

KTc

OT

650.4

144

Pécsi Tudományegyetem Közgazdaságtudományi Kar

Gazdálkodástani Doktori Iskola

Ilosvai Péter

Szenárió készítés
Esemény alapú forgatókönyvek előállítása dinamikus
kölcsönhatás elemzés modellel

Ph.D. Disszertáció

PTE Egyetemi Könyvtár



P000873896

Témavezető: Dr. Barakonyi Károly
Egyetemi tanár

Pécs, 2006.

TARTALOMJEGYZÉK

Bevezetés	4
1 A scenárió fogalma, módszertanban betöltött szerepe	8
2 A scenáriók alkalmazási területei és a készítésükre kidolgozott technikák	20
2.1 Forgatókönyvek alkalmazási területei	20
2.1.1 Globális makroszenáriók	21
2.1.2 Politikai scenáriók	22
2.1.3 Iparági scenáriók	25
2.1.4 Vállalati scenáriók	27
2.2 A scenáriók készítésre kidolgozott technikák áttekintése	29
2.2.1 A forgatókönyveket formalizált modellek felhasználásával létrehozó eljárások	34
2.2.2 A forgatókönyveket intuitív, logikai úton előállító eljárások	36
2.2.3 A forgatókönyveket kölcsönhatás elemzéssel (cross impact analysis) előállító eljárások	40
2.2.4 A forgatókönyveket trendek hatásának elemzésével (trend impact analysis) előállító eljárások	42
2.2.5 Összegzés, az egyes kategóriák összehasonlítása	44
2.2.6 A scenárió készítés folyamatának általános, és a forgatókönyvek generálásától függő elemei	47
2.3 Összegzés	50
3 A forgatókönyvek készítésére kidolgozott technika általános ismertetése	51
3.1 A forgatókönyvek készítésére kidolgozott eljárás szerkezete és koncepcionális kérdései	51
3.1.1 A rendszer állapotának eseményekkel történő leírására vonatkozó megfontolások	53
3.1.2 A valószínűségi értékekre vonatkozó megfontolások	58
3.1.3 Kapcsolatrendszer megjelenítésére vonatkozó megfontolások	69
3.1.4 Egyéb megfontolások	73
3.2 A forgatókönyvek készítésére kidolgozott eljárás folyamata	76
3.2.1 A vizsgált terület meghatározása és körülhatárolása	77
3.2.2 A terület múltjának és jelenének elemzése	77
3.2.3 A rendszerre leginkább befolyással bíró tényezők meghatározása	78
3.2.4 A forgatókönyvek generálásához szükséges input adatok előállítása	80
3.2.5 Forgatókönyvek generálása	81
3.3 Összegzés	85
4 A forgatókönyvek generálására kidolgozott technika részletes tárgyalása	86
4.1 A kölcsönhatás elemzés, technikáinak kritikai elemzése	86
4.1.1 A kölcsönhatásokat feltételes valószínűséggel meghatározó, egy időszakkal dolgozó eljárások kritikája	89
4.1.2 A kölcsönhatásokat skálaértékekkel kifejező, egy időszakkal dolgozó eljárások kritikája	95
4.1.3 A kölcsönhatásokat származtatott értékekkel kifejező, egy időszakkal dolgozó eljárások kritikája	98
4.1.4 A kapcsolatokat skálaértékkel megjelenítő, több időszakkal dolgozó eljárások kritikája	104
4.1.5 A kapcsolatokat származtatott értékekkel kifejező, több időperiódust kezelő eljárások kritikája	111
4.1.6 Összegzés	112
4.2 A valószínűségek módosítására kidolgozott technika ismertetése	113
4.2.1 A módosított érték alakulása a kezdeti valószínűség függvényében	117
4.2.2 A módosított valószínűségi érték alakulása a befolyásoló tényező állapotának függvényében	122
4.2.3 A módosított érték alakulása a hatásfaktor függvényében	127

4.2.4	A hatásfaktorok meghatározásának módja és az ebből adódó jellemzők	130
4.2.5	Vizsgálatok gátló hatásra	133
4.2.6	Vizsgálatok támogató hatásra	136
4.2.7	Vizsgálatok együttes hatásra	139
4.3	A valószínűségek módosítására kidolgozott eljárás korlátai	143
4.4	Összegzés	145
5	<i>A forgatókönyveket generáló modell input adatainak előállítása</i>	147
5.1	A vizsgált terület összetevőinek meghatározása események formájában	147
5.2	A generáló modellbe foglalt események körének meghatározása	150
5.3	Az események kiinduló valószínűségeinek meghatározása	153
5.3.1	A kiinduló valószínűségek jellemzői	153
5.3.2	Kiinduló valószínűségek meghatározása statisztikai úton	160
5.3.3	Kiinduló valószínűségek meghatározása integratív technikákkal	170
5.3.4	A Delphi technika alkalmazhatóságának vizsgálata a forgatókönyvek generálásának módjából adódó, speciális szempontok alapján	174
5.3.5	A kiinduló valószínűségek meghatározásának folyamata	186
5.4	Az események között fennálló kapcsolatrendszer definiálása	189
5.4.1	A hatásfaktorok meghatározásának módja	189
5.4.2	A több időszakon keresztül jelentkező hatások kezelése	191
5.4.3	A hatások kezelése a valószínűségi értékek önkényes változtatásával	194
5.4.4	Egyéb lehetőségek a hatásfaktorok kezelését illetően	196
5.5	Összegzés	196
6	<i>Összegzés, eredmények</i>	197
	<i>Függelékek</i>	200
	<i>Felhasznált irodalom</i>	216

Bevezetés

A scenáriók vagy másképpen forgatókönyvek készítése során, a hagyományos előrejelzések kizárólagosan a múlt adataira építő technikáival szemben azt feltételezik, hogy a múlt trendjeitől elszakadva a vizsgált terület több, egymásnak alternatívát jelentő, ugyanakkor konzisztens fejlődési iránya is elképzelhető. A forgatókönyvek ezeket a fejlődési irányokat jelenítik meg. A scenáriókat napjainkra elterjedt és elfogadott módszertani elemként használják az olyan területek fejlődési lehetőségeinek elemzésénél, amelyek a komplexitásukból és kiszámíthatatlanságukból adódóan nagyfokú bizonytalanságot hordoznak magukban. A komplexitás és a kiszámíthatatlanság elsősorban ott jelentkeznek, ahol kiemelt szerepet játszanak az emberek egyéni vagy csoportos döntései, illetve az ezeket meghatározó várakozásaik. Mindezt tükrözik a gyakorlati alkalmazások is. A scenáriókon alapuló vizsgálatokra találhatunk példát olyan, az ENSZ által finanszírozott kutatási projekteknél, amelyek a globális társadalomfejlődés vizsgálatával foglalkoznak. A módszertant emellett széles körben alkalmazzák a nemzeti kormányok, az önkormányzatok, és az ezekhez kapcsolódó hivatalok megbízásából végzett elemzéseknél, amelyek a regionális fejlesztési politikák kidolgozására irányulnak. A cél ezekben az esetekben olyan cselekvési koncepciókat magukban foglaló politikák kidolgozása, amelyek megállják a helyüket a különböző fejlődési irányok alatt vagy éppen a kívánt fejlődési irányt mozdítják elő. A forgatókönyvek alkalmazására a vállalati stratégiaalkotásban is találunk példát. Itt elsősorban a stratégiák különböző változatai közötti döntés megalapozásához vagy vállalati környezet elemzése során használják a scenáriókat. Az egyes stratégiák teljesítménye tesztelhető a forgatókönyvek által feltárt környezeti feltételek alatt, illetve a környezetelemzés során, megismerve a lehetséges fejlődési irányokat a vállalat olyan stratégiát alakíthat ki, amely számol a különböző lehetőségekkel.

Dolgozatom egy, esemény alapú scenáriók elkészítésére alkalmas módszer kifejlesztését illetve ismertetését tartalmazza. A munka célja egy olyan eljárás kifejlesztése volt, amely megfelel a nemzetközi standardoknak.

A scenáriók készítésére vonatkozóan nem lehet egyetlen, standardként elfogadott eljárásról beszélni. A módszertannal foglalkozó irodalom rendszerezése alapján négy fő irányvonalat különíthetünk el. A forgatókönyvek előállíthatók műhelymunkák során különböző intuitív technikák segítségével. Ez az irányvonal elsősorban a vállalati alkalmazások során vált népszerűvé, mert egyrészt a többihez képest rövid időráfordítást igényel, másrészt hozzásegíti a munkában résztvevő, vállalatok által delegált szakembereket a környezet komplexitásának felismeréséhez és figyelembevételéhez. Hátránya ugyanakkor, hogy kizárólag az intuícóra fókuszál, amely nem elegendő ahhoz, hogy átlássuk a vizsgált terület összetett kapcsolatrendszerének egészét, ezáltal nem garantált a feltárt fejlődési irányok konzisztenciája sem. Az intuitív irányzattal szemben a forgatókönyvek dinamikus modellek felhasználásával történő elkészítése látszólag teljesen kizárja az intuíciót. Ebben az esetben a terület összetevői közötti kapcsolatok formalizáltak, és lehetővé válik a teljes kapcsolatrendszer kezelése a fejlődési lehetőségek feltárásánál. A problémát ezeknél az eljárásoknál ugyanakkor éppen a teljes körű formalizáltság

okozza. A függvények által megjelenített kapcsolatokra nem következtethetünk abban az esetben, ha a vizsgált terület egyes összetevőire nem állnak rendelkezésre megfelelő múltbeli adatok vagy feltételezzük, hogy a kapcsolatok a jövőben megváltoznak. Ekkor az elemzők arra kényszerülnek, hogy többváltozós függvényformákat alkossanak az intuitív logika alapján, ami a gyakorlati alkalmazás során meglehetősen nehézkes. A forgatókönyvek készítésének harmadik irányvonala az előbbi két kategória között képvisel átmenetet. Az ide sorolt eljárások az egyes scenáriókat a kölcsönhatás elemzés (cross impact analysis) valamely technikájával generálják. A módszerek többsége a rendszer állapotát eseményeken keresztül jeleníti meg. A kapcsolatokat az egyes események bekövetkezési valószínűségei között definiálják. Így például, ha egy elem támogató módon hat a másira és növekszik a megadott állapotát leíró esemény valószínűsége, az a befolyásolt tényező esemény formájában leírt állapotának a valószínűségét növeli. A kölcsönhatás elemzés alkalmazása során a formalizáció a valószínűségek közötti viszonyra vonatkozik, ami egyrészt biztosítja a konzisztenciát, másrészt lehetővé teszi a teljes kapcsolatrendszer kezelését. Az események valószínűségei valamint a kapcsolatok erősségét megjelenítő paraméterek könnyen kezelhető szubjektív értékek, ami felvállaltan teret ad az intuitív logikának. E módszerek hátrányai elsősorban az alkalmazott kölcsönhatás elemzés technikák egyedi módszertani korlátaiban jelentkeznek a kapcsolatok kezelésének, illetve a dinamizálhatóságnak az oldalairól. Végezetül, a scenáriók készítésének negyedik irányzata az egyes események trendekre gyakorolt hatásának megjelenítésén alapul (trend impact analysis). Itt azonban a trendek használatával feltételezik, hogy a terület múltban meghatározó elemei a jövőben is a korábbiak szerint alakulnak. Feltételezik azt is, hogy a trend által megjelenített tényezőkre ható elemek kapcsolatrendszere változatlan marad, amely a többi technikához képest jelentős szűkítő feltételt jelent.

Az egyes irányvonalak részletes elemzésével a dolgozat külön pontja foglalkozik. Az előnyök és a hátrányok összevetése alapján arra a következtetésre jutottam, hogy a fejlesztést a kölcsönhatás elemzés kategóriáján belül célszerű elvégezni. Ehhez kialakítottam egy, a forgatókönyvek készítésének olyan koncepcióját, amely számol a vizsgált terület komplexitásával és dinamizmusával abban az értelemben, hogy az idő során kapcsolatrendszer változhat, a korábban meghatározó elemek negligálódhatnak, új elemek léphetnek be. A koncepcióban szerepet kapnak a területen meghatározó társadalmi szereplők döntései és a jövővel kapcsolatos várakozásaik is. A forgatókönyv készítés különböző technikáinak összevetése során eljutottam arra a következtetésre is, hogy a scenárió készítés folyamata elsősorban az alternatívákat generáló modellben és az ehhez szükséges input adatok előállításában egyedi, így a munka erre a két fázisra, valamint a forgatókönyvek készítésének teljes folyamatába való beillesztésükre koncentrál. A generáló modell kidolgozása a publikált –nem csak scenáriók készítésére alkalmazott– kölcsönhatás elemzés modellek kritikai elemzésén alapul, amely során láthatóvá válik, hogy a kidolgozott koncepcióra egyik technika sem alkalmazható változtatások nélkül. A kritikai észrevételek alapján ezért kifejlesztettem egy eseményeket kezelő, dinamikus kölcsönhatás elemzés modellt, melynek bemutatását és részletes elemzését külön fejezet tartalmazza. A modellhez az input adatokat a rendszer elemeinek állapotát leíró, a kölcsönhatásoktól mentes kiinduló valószínűségek, és a fennálló kapcsolatok erősségét kifejező hatásfaktorok

képezik. Mindkét adattípus szubjektív értékeket tartalmazó kategória, ezért elemzést végeztem arra nézve, milyen technika lehet a legalkalmasabb az előállításukra. A kiinduló valószínűségek esetében célszerű a területen jártas szakértők véleményének integrálása. Foglalkoztam annak kérdésével, hogy a forgatókönyvek szempontjából mikor tükröznek egységesnek tekinthető álláspontot a szakértők sokasága által megadott vagy a minta alapján becsült adatok. Nem egységes álláspont esetére vizsgálatot végeztem, milyen technika használható a teljes folyamat szempontjából leghatékonyabban a vélemények integrálására, és hogyan alkalmazható ez a technika. Az eredmények alapján a Delphi felhasználását tartom célszerűnek. A forgatókönyveket generáló modellben a hatásfaktorok, a kölcsönhatás elemzés technikák egy részével ellentétben nem önkényesen határozódnak meg, hanem származtatott értékek. A dolgozat így foglalkozik meghatározásuk és számításuk módjával is.

A munka szerkezeti felépítésénél az átláthatóságot tartottam szem előtt. A dolgozat a forgatókönyvek fogalmi meghatározásával és módszertani szerepük bemutatásával kezdődik. Fontosnak tartottam, hogy a kutatási terület jelentőségét gyakorlati alkalmazások példáival is alátámasszam. A 2. fejezetben ezért az irodalomkutatásra alapozva bemutatom és csoportosítom a felhasználási területeket. Elkülönítve, de ugyanez a fejezet foglalkozik a forgatókönyvek készítésére alkalmazott technikák kritikai elemzésével is. Ennek az oka az, hogy szándékomban állt a forgatókönyvek készítésének teljes folyamatára vonatkozó, elméleti és gyakorlati aspektusokat vizsgáló publikációkat egy, az irodalom feldolgozásával foglalkozó részben tárgyalni. Az irodalom-feldolgozás során nyert következtetésekre alapozva a fejlesztés alapvetően a forgatókönyveket generáló modellre, és az input adatok előállítására vonatkozik. Mindezt az átláthatóság érdekében azonban megelőzi a forgatókönyvek generálására alkalmazható koncepció, és a teljes folyamat bemutatása. A koncepciót és a folyamat bemutatását így a 3. fejezetben, a generáló modellt pedig a 4. fejezetben tárgyalom. Az input adatok tartalma a kifejlesztett modell alapján határozódik meg, ezért az 5. fejezet foglalkozik azok előállításának kérdéseivel, azaz a vizsgálatba vont események körének definiálásával, a kiinduló valószínűség meghatározására alkalmazható statisztikai és integratív eljárásokkal, a hatásfaktorok számításának kérdéseivel. A munkának nem volt célja, hogy fejlesztéseket dolgozzon ki a szcenárió készítés általános elemeire, ezért azokat csak érintőlegesen, a folyamatban betöltött szerepük kapcsán tárgyalja.

Az elméleti fejtegetések megértését gyakorlati példa segíti, amely a függelékben foglal helyet. A kutatómunka során, a kifejlesztett elméleti modellre alapozva kidolgoztam egy Microsoft-Excel alkalmazást is, amely a gyakorlatban felhasználható a forgatókönyvek generálására. A módszer 2004 decemberében alkalmazásra került az Innovációs Alapból finanszírozott, pécsi biomasza projekt (NKFP 3A 061 04) keretében. E munka során egy, közel negyven eseményt tartalmazó rendszert vizsgáltunk, hús, egyenként éves periódusra bontott időhorizonton. A cél a Pannonpower Rt. „zöld” energia termelésére alkalmas kapacitásait meghatározó döntés támogatása volt.

Az irodalomkutatással kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy az, a gyakorlati felhasználások mellett három elméleti kérdés vizsgálatát célozza. A feldolgozott publikációk egy része a forgatókönyvek készítésének teljes folyamatát, más-más részük pedig a kölcsönhatás elemzés technikáit, illetve az input adatok előállításához felhasználható technikákat tárgyalja. Ez utóbbi két csoport a módszertan elkülönülő pontjaihoz kapcsolódik, ezért nem az irodalom-feldolgozással foglalkozó fejezetben tárgyalom az ide tartozó publikációkat.

Tekintve, hogy a dolgozat nem egy empirikus kutatás eredményeit foglalja össze, az alkalmazott módszertant az irodalom által tárgyalt eljárások kritikai feldolgozása mellett, a függvényanalízis, a valószínűségelmélet és a vonatkozó statisztikai metódusok képezik.

Egyéb megjegyzések:

A kutatásban illetve a dolgozat megírásához felhasznált szoftverek inkompatibilitása miatt, a tizedesvesszők helyett tizedespontokat használtam.

Hasonlóképpen, a formulák számozása az automatikus megjelenítés következtében nem a képletekkel egy sorban, hanem azoktól fél sorral lejjebb látható.

Végezetül, de nem utolsósorban hálámat fejezem ki a munka elkészítéséhez nyújtott segítségükért Dr. Barakonyi Károlynak, aki segített a témaválasztásban, Dr. Bugár Gyöngyinek, aki kritikus szemmel ellenőrizte a formalizált részeket, valamint Dr. Farkas Ferencnek és Dr. Jarjabka Ákosnak a rengeteg emberi és baráti támogatásért.

1 A scenárió fogalma, módszertanban betöltött szerepe

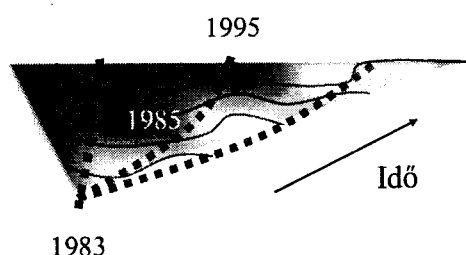
A különböző társadalmi-, gazdasági-, üzleti területek jövőbeli fejlődésének scenáriókon keresztül történő vizsgálata a múlt század 70-es éveitől terjedt el a jövőkutatásban, illetve a vállalati stratégiaalkotásban, bár a módszertani gyökerek már a 1960-as években megjelentek. A 1980-as évek átmeneti stagnálása után a 1990-es évek közepétől ismételten terjed a módszer alkalmazása (Kristóf [2002a]).

A scenárió készítés úttörőjének tekintett Herman Kahn definíciója alapján a forgatókönyvek „... események hipotetikus sorrendjei, amelyek abból a célból készülnek, hogy középpontba állítsák az oksági folyamatokat és döntési pontokat. Kétfajta kérdésre adnak választ: (1) Pontosán hogyan jöhet létre lépésről- lépésre egy feltételezett szituáció? - és (2) milyen alternatívák léteznek az egyes lépésekben, amelyekkel az aktorok megelőzhetik, elkerülhetik, vagy elősegíthetik azt.” (Kahn-Wiener [1967 6.o.]). Az egyes scenáriók tehát eltérő eseményláncokból álló alternatív jövőképek, amelyek a különböző cselekvéseket megtestesítő politikák összehasonlításához vagy az adott terület elemzéséhez használhatók. Nováky [1976], a forgatókönyveket egy adott jelenség tényezőinek olyan összefüggéstérképeként határozza meg, amely tartalmazza a tényezők közötti kapcsolatokat és annyira részletes, hogy lehetővé teszi a valóság kísérleti szimulációját. Ebben az értelmezésben tehát egy, a jövőt formáló jelenség vagy történet hatótényezőinek összefüggéseit felhasználva szimulálhatók a terület lehetséges fejlődési irányai. Mitchell és szerzőtársai [1979] a scenáriók alatt a lehetséges jövőbeli fejlődés koherens képeit értik, amelyek a döntéseket meghatározó feltételek oksági elemzéséhez nyújtanak segítséget. Chandler és Cockle [1982] közelítésében a forgatókönyvek olyan egymástól különböző, gazdaságra vagy politikára vonatkozó előfeltevéseket jelenítenek meg, amelyek input adatként szolgálnak a gazdasági vagy piaci modellekhez. Huss [1988] szerint a vállalati alkalmazás során a scenárió szerepe a piaci feltételeket meghatározó faktorok konzisztens halmazának narratív leírása. Imre [1996] értelmezésében a scenáriók olyan egymástól eltérő jövőképek, amelyek a jelenből kiindulva, a bizonytalanságon alapuló, eltérő logikai következtetések során alakulnak ki. Végezetül Coates-t hivatkozunk, aki a Webster's New Collegiate Dictionary-t idézve visszakanyarodik az eredeti kahn-i definícióhoz. A meghatározás szerint a scenárió egy elképzelt eseménylánc, különös tekintettel azokra az eseményekre, amelyek részletes tervekhez vagy lehetőségekhez kapcsolódnak (Coates [2000]).

A meghatározások nem fedik le teljesen egymást, amiben szerepet játszhat a megfogalmazásuk időszakában mutatkozó különbség, valamint az is, hogy eltérő oldalról közelítenek a témához. Ha a forgatókönyveket úgy szeretnénk definiálni, hogy megjelenítsük az idézett szerzők meghatározásainak közös pontjait, valamint egyiknek se mondjunk ellent, azt írhatnánk: *a forgatókönyvek olyan alternatívák, amelyek a vizsgált terület lehetséges fejlődési irányait vagy annak eredményeit írják le, logikailag konzisztens, ok-okozati összefüggések felhasználásával.*

Definíciók alkotása helyett Amara és Lipinski [1983] a forgatókönyvek szerepét egy földrajzi analógiával szemléltetik (1-1. ábra). Ebben a szerzők a jövőt egy fel nem fedezett földrajzi területhez hasonlítják, amelyen több ösvény is keresztülvisz. Az egymás mellett lévő ösvények hasonlítanak egymásra az olyan főbb jellegzetességeikben, mint például a domborzat vagy növényzet, de a nagyobb távolságban lévők között jelentős lehet a különbség. Éppígy, a jövőre vonatkozó bizonytalanság miatt több elképzelhető és logikus fejlődési út járható végig, és a forgatókönyvek szerepe, hogy feltárja azokat, amelyek alapvetően különböznek egymástól az elemzést végző szempontjából jelentőséggel bíró jellemzőikben.

1-1. ábra: A jövő feltérképezésének területi analógiája



Az ábra azt szimbolizálja, hogy a jövő olyan, mint egy felfedezetlen földrajzi terület, amelyen csak egyszer haladhatunk végig. Végtelen sok ösvény fut egymás mellett, és az egymástól távol levők különbözhetnek aszerint, hogy dombos vagy sík, erdős vagy kopár vidéken vezetnek keresztül. Így különbözhetnek egymástól a lehetséges jövőbeli fejlődési irányok is, ahol a jellemzőket a vizsgált rendszer, az elemző szempontjából lényeges paraméterei alkotják. (Forrás: Amara, R.- Lipinski A. J. Business planning for an uncertain future, Pergamon Press, 1983)

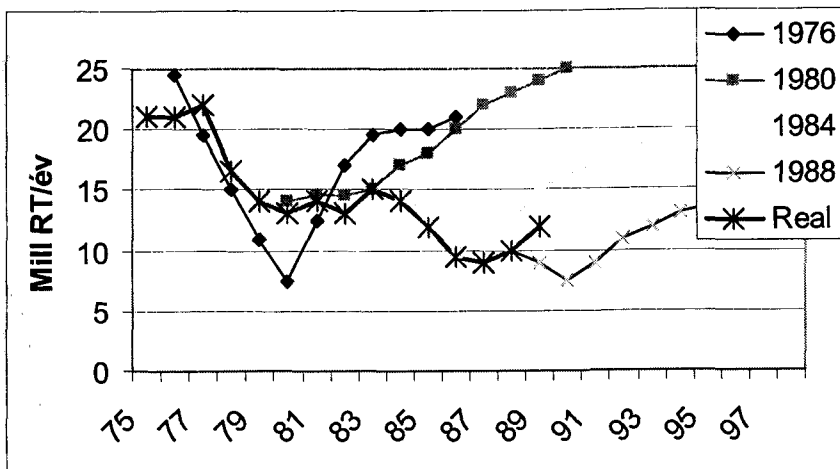
Mint az a definíciókból és az analógiából is látható, a forgatókönyvek nem azt tárják fel, hogy mi lesz egy adott terület legvalószínűbb a fejlődési iránya, vagy formalizált rendszerleírás esetén milyen értékeket vesznek fel a fejlődést megjelenítő változók és paraméterek. Ehelyett azt vizsgálják, hogy a rendszer egészének és a befolyásoló tényezőknek a figyelembevételével milyen fejlődési irányok, vagy milyen változók és paraméterek illetve ezek mely értékei lehetnek a jelenből kiindulva logikusak. A forgatókönyvek ennél fogva nem alkalmasak rá, hogy választ adjanak a kérdésre: „Milyen lesz a jövő?”, -azt viszont fel tudják tární, milyen jövők képzelhetők el a vizsgált rendszer jelenlegi állapotából kiindulva. A különbség más szemszögből jelenik meg Dewulf [1991] kategóriarendszerében, ahol a klasszikus előrejelzések (forecasts) oksági kapcsolatokra épülnek, de alapjukat a múltbeli adatok és összefüggések képezik, míg a szcenáriókra alapuló elemzést is magába foglaló „felderítő” (exploratory) vagy inkább „feltáró” jövőkutatás az oksági kapcsolatokat nem feltétlenül a múltra alapozza. Ugyanez jelenik meg Coyle [1997] rendszerében is, ahol a klasszikus előrejelzés módszertana a jövőkutatás analitikus eszközei, míg a forgatókönyvek a megítélésen alapuló eljárások (judgemental methods) között jelennek meg. Az analitikus módszerek a vizsgált rendszer jellemzőire vonatkozó következtetéseket a rendelkezésre álló adatok elemzésével nyerik. Ezzel szemben, az utóbbi kategóriába tartozó technikákban az elemző szubjektív megítélése játssza a fő

szerepet az oksági viszonyok meghatározásánál. A módszertani elkülönülés markánsan jelentkezik a magyar szakirodalomban is. A hazai jövőkutatók elkülönítik az előrejelzések matematikai-statisztikai eljárásokon alapuló módszereit a modellezési eljárásoktól (Nováky, szerk. [1997]). A scenáriók ez utóbbi kategóriába tartoznak. A „modellezési eljárások” kifejezés használata itt zavaró lehet, hiszen a matematikai statisztikai módszerek közé is tartoznak modellek, mint például az autoregresszív modellek vagy a sztochasztikus kapcsolatokra épülő modellek. A modellezés fogalmával a szerzők elsősorban a kísérletezésre helyezik a hangsúlyt, melynek során a jelen valóságával megfelelő relációba hozható modellek segítségével következtethetünk a folyamatok jövőbeli alakulására.

A különbségeket látva, ha az olvasó nem jövőkutatással foglalkozik, joggal teheti fel a kérdést, mi indokolja egy terület jövőjének a vizsgálatát olyan eszköztárral, amelyben a statisztika elfogadott módszertanára alapuló következtetéseket felváltják a szubjektív megítélések, és ha léteznek ilyen indokok, melyek azok a területek, amelyeken a scenáriókra alapuló elemzés előnyösebb lehet, mint az analitikus, matematikai-statisztikai eszköztárral készített előrejelzések. A választ a gyakorlat és az elmélet oldaláról egyaránt közelíthetjük.

A gyakorlat szemszögéből nézve azt mondhatjuk, hogy a szubjektív módszereket, közöttük a scenáriókon alapuló elemzést, éppen az analitikus, matematikai-statisztikai eszköztár előrejelzéseinek a kudarca hívta életre a hetvenes években. Az idősorok extrapolációjára építő előrejelzések korlátai a gyakorlatban rendkívül élesen tapasztalhatók voltak az olajválság kapcsán, ahol a fő problémát az okozta, hogy a trendek nem csak egyszer és nem csak egy irányba mozdultak el, lehetetlenné téve a korábbi időszakok mintái vagy trendjei alapján történő előrejelzést (Schoemaker – Heijden [1993]). Mindez nem egyetlen iparág jellemzője. Heijden [1996] a hajóépítésben és a villamos energia iparban időről-időre készített, trendek extrapolációjára alapuló előrejelzéseket hasonlítja össze a tényleges értékekkel, kimutatva a tendenciózus különbségeket.

1-2. ábra: Hajók globális keresletére vonatkozó előrejelzések és tényleges értékek



Az ábra az adatsorok mellett feltüntetett években készített előrejelzéseket, és az időszak tényleges értékeit mutatja. Az előrejelzéseket az Association of West European Shipbuilders szervezet készítette extrapolációs technikával. (Forrás: Heijden, K. Scenarios: the Art of strategic conversation, Wiley&Sons 1996)

Az extrapolációs technikák mellett, a matematikai-statisztikai módszerekkel készített előrejelzések eszköztárába tartoznak olyan modellek is, amelyek a vizsgált terület kapcsolatrendszerét regressziós függvényekkel írják le. Ezeknél a technikáknál a rendszer fejlődését a független változókra készített előrejelzésekre alapozzák. Az ilyen modellek esetében egy adott időszak értékei nem a többi rendszerelem megelőző időszakokat jellemző állapotától, hanem a független változók előrejelzett állapotától függenek. Zentner [1982] két olyan tanulmányt is idéz, amelyek az ilyen modellezés gyakorlatban tapasztalt korlátaira világítanak rá. Spivey és Wrobletsky, a University of Michigan kutatói, elemzéseik során arra a megállapításra jutottak, hogy az Egyesült Államokban használt fő ökonometriai modellek képtelenek voltak megbízható előrejelzéssel szolgálni két negyedévnél hosszabb időtávon. Hasonlóképpen, Herman Franssen, a Congressional Reference Service professzoraként az energiaszektor előrejelzéseit vizsgálva megállapította, hogy az intuíción alapuló előrejelzések általában pontosabbak, mint a legtöbb, a szektorban előrejelzésekre alkalmazott matematikai modell felhasználásával nyert eredmények.

Az extrapolációs technikák előrejelzéseinek hibáját Gordon és Stover [1976] szerint olyan események okozzák, amelyek hatása nem jelenik meg a bázisadatokban. Ezek az események nem ismétlődnek az időben vagy olyan ritkán fordulnak elő, hogy hatásaik nem építhetők be automatikusan az extrapolált értékekbe. Általánosabban értelmezve egy terület jövőjével kapcsolatban négy tartomány különíthető el: a konstans, a hanyatló, a folytatódó és a teremtetett jövő (Nováky, szerk. [1997]). A múlthoz képest mennyiségi változást hozhat a reprodukció útján keletkező folytatódó jövő. A teremtetett jövő ugyanakkor a múlttól és a jelentől eltérő minőségű elemeket foglal magában,

amelyek nem jelennek meg a múlt adatsoraiban, ezért nem számolnak velük az extrapolációs technikák.

A matematikai-statisztikai modellekkel kapcsolatos problémákat Godet [1987] három dologban látja. Téves előrejelzésekhez vezethet egyrészt az, hogy a felhasznált adatok pontatlanok. Ennek az érzékeltetésére a szerző O. Morgensteint idézi, aki szerint az Egyesült Államok rögzített GNP adatai 10%-os eltérést mutathatnak a tényleges értékektől, mindkét irányban. A másik probléma, amelyet Huss [1988] is alátámaszt, hogy a matematikai-statisztikai modellek nem foglalják magukba azokat a tényezőket, amelyek nem számszerűsíthetők. Harmadrészt, problémát okoz az is, hogy az ilyen modellek rögzített kapcsolatrendszerrel dolgoznak, így a vizsgált terület múltban tapasztalt struktúrájáról azt feltételezzük, hogy változatlan marad a jövőben is. Ezzel szemben a társadalmi kapcsolatrendszer változik, ezért nem alkalmazhatók az így készített előrejelzések olyan területeken, ahol meghatározó szerepet tölt be az emberi tényező.

A matematikai-statisztikai módszerek alkalmazhatóságát vizsgálva Nováky [2003] rámutat, hogy ezek az eljárások akkor használhatók előrejelzésre, ha a vizsgált rendszer stabil, és a kapcsolatokban a linearitás a jellemző. Ezekben az esetekben feltehető, hogy a múlt tendenciái a jövőben is folytatódnak vagy a külső hatásokra jól azonosíthatóan fog reagálni a rendszer. Instabilitás esetén, illetve ha a rendszert nemlinearitás jellemzi, a kialakuló új trendek nem a múlt szerves folytatásai, vagy nyilvánvaló fordulópontok következményei. Ekkor a múlt adatainak vizsgálata előrejelzés helyett a statisztikai egyensúly illetve a stabilitás vizsgálatára koncentrálódik. Az első esetben azt elemezik, mennyiben jelennek meg és mennyiben módosulhatnak a jövőben a múlt és a jelen mennyiségi és minőségi jellemzői. A stabilitás vizsgálata során pedig kaoszszámításokkal azt elemezik, lehet-e az adatokból a rendszer kaotikus viselkedésére, instabil állapotára következtetni.

Az előrejelzésekkel kapcsolatos problémákat a gyakorlati oldalról közelítve érzékelhetővé válnak az analitikus, matematikai-statisztikai eszköztár korlátai. Ahhoz, hogy rávilágítsunk ezeknek a korlátoknak a mibenlétére, illetve választ kapjunk arra, hogy mely esetekben lehet előnyösebb a fejlődést scenáriókon keresztül elemezni, célszerű a kérdést az ismeretelmélet oldaláról is megvizsgálni. A társadalomtudományokban a természettudományokat követve sokáig a newtoni világkép volt a meghatározó, amely tettenérhető az alkalmazott eszköztárban. A XX. század második felében ugyanakkor a természettudományok a világ olyan részeit tárták fel, amelyekre nem alkalmazható a newtoni fizikára épülő ismeretelmélet, ami felveti a kérdést: együtt jár-e mindez azzal, hogy el kell szakadnunk a társadalmi és az azzal kapcsolatban álló rendszerek, a klasszikus fizika szemléletmódjára épülő eszközökkel történő vizsgálatától.

A newtoni világra az anyag elsődlegessége jellemző, amely meghatározott struktúrában rendszert képez. A rendszer elemeinek minőségi jellemzői kifejezhetők különböző paraméterekkel, valamint egyértelműen definiálhatók a közöttük lévő kapcsolatok. A newtoni világ struktúrája az időben nem változó törvényeknek

engedelmeskedve alakul ki illetve a benne zajló folyamatok e törvények alapján mennek végbe. Az általános törvények ezzel meghatározzák, milyen értékeket vehetnek fel az alkotóelemek minőségi jellemzőit leíró paraméterek. A változások vizsgálatának szempontjából a klasszikus felfogás egyik meghatározó kérdésköre az egyensúly, ami egyfajta kitüntetett állapot. Külső hatás hiányában a folyamatok úgy zajlanak le, hogy a rendszer elérje, vagy fenntartsa ezt az egyensúlyt, és az ebből való elmozdulás csak külső hatás következményeként jöhet létre. A rendszerben végbemenő folyamatokat és az egyensúly kérdését egyszerre tárgyaló termodinamika megállapításai kitűnően reprezentálják ezt a felfogást. A termodinamikai egyensúly állapota azt jelenti, hogy makroszkopikus szinten semmilyen változás nem érzékelhető, noha a változással szemben nem állnak fenn külső akadályok. Mikroszkopikus szinten a különböző folyamatok éppen ellentétes irányúak, ezért kioltják egymás hatását. Mindebből az is következik, hogy a termodinamikai egyensúlyban lévő rendszeren belül nem generálódik olyan változás, amely a makroszkopikus szinten érzékelhető paraméterek értékét megváltoztatná. Ha a rendszer elérte az egyensúly állapotát, onnan csak külső hatásra mozdul ki. Az egyensúly és a változások szempontjából meghatározó extenzív jellemző az entrópia. Az egyensúlyban lévő zárt, vagyis a külső hatásoknak nem kitett rendszer entrópiája maximális. Egyensúlytalanság esetén a termodinamika második főtétele által megfogalmazott általános érvényű törvény alapján csak olyan változások mehetnek végbe, amelyek az entrópiát növelik, azaz az egyensúly elérésének az irányába hatnak. Mindez egyben azt jelenti, hogy a rendszer állapotának, és az arra ható külső tényezőknek az ismeretében meghatározható, milyen folyamatokkal kell számolnunk a jövőben.

A newtoni világképre alapozva a humán rendszerek részrendszerekre másképpen csoportokra, illetve elemekre másképpen individuumokra bonthatók, és tulajdonságaik meghatározott paraméterekkel jellemezhetők. Egyértelműen definiálhatók a csoportok és az egyének között fennálló kapcsolatok is. A rendszerekben végbemenő változások tekintetében léteznek olyan általános érvényű, időben nem változó törvények, amelyek a kiinduló állapottól függően meghatározzák a lezajló folyamatok irányát és jellegét, így a rendszer illetve elemei jellemzőinek alakulását. Ez a szemléletmód napjainkban is tettenérhető a társadalmi kérdések vizsgálatát célzó kutatások módszertani elemei között. Az eszköztárában meglévő newtoni bázist szemlélteti Höjer és Mattson[2000] tanulmánya. A szerzők négy, tudományosan elfogadott és széles körben alkalmazott analitikus közelítést illetve metodológiát tárgyalnak -a ciklusok elméletét, az idősorok korreláció elemzését, a múlt mintáinak elemzését, valamint a térbeli adatokon alapuló kovariancia vizsgálatot – amelyek kivétel nélkül, a társadalomban meglévő általános törvények megállapítását célozzák. Példákon keresztül szemléltetik, hogyan generálnak elismert szerzők általános, időben állandó érvényű magyarázatokat, törvényeket az említett elméletekre és metodikákra alapozva olyan kérdésekre, mint például a közlekedési formák fejlődése, a közlekedés és kommunikáció viszonya, az emberek mobilitásának alakulása, adott terület népsűrűsége és a gépjárműhasználat viszonya.

Kétségtelen, hogy a newtoni törvények és a termodinamikai rendszerek összefüggései a minket körülvevő világ számos pontján alkalmazhatók. A statika és a dinamika tételeinek tiszteletben tartása nélkül nem épülhetnének házak, nem lenne közlekedés, nem létezne mindaz, ami a civilizáció anyagi megjelenését jelenti. Mint ahogyan el kell ismerni, korunk fejlett technikai színvonalán sem vagyunk képesek első-, vagy másodfajú perpetuum mobile megépítésére, a törvények nem hághatók át. Feltehető ugyanakkor a kérdés: kiterjeszthető-e a világ egy területének megértéséhez használt ismeretelmélet más területekre, úgy működik-e az emberi társadalom, mint a newtoni rendszer, vagy esetleg működésük tekintetében a humán rendszerek megfeleltethetők más, természet alkotta rendszereknek is? A kérdés abból adódik, hogy mára a természettudományok felfedezései nyomán világossá vált, a newtoni paradigmák bizonyos természeti rendszerek esetében sem állják meg a helyüket, ezért a társadalmi kérdések elemzéséhez használt eszköztár szempontjából lényeges, mutat-e a vizsgált terület olyan jellemzőket, amelyek a newtonitól eltérő paradigmarendszerben közelíthetők, és ha igen, mennyiben érinti ez, az analízishez használt módszertant.

A XX. században a kvantumelmélet a világ olyan területét tárta fel, amelyre nem érvényesek a newtoni törvények. A szubatomi szinten nem érvényesül az anyag elsődlegessége, az elemi részecskék a különböző energiaforrásokkal való kölcsönhatásokon keresztül csak átmenetileg jönnek létre és egyszer tömegként, másszor hullámként vagy energiaként jellemezhetők (Wheatley [2001]). A kölcsönhatások határozzák meg elsődlegesen, hogy a rendszer elemei milyen tulajdonságokkal, paraméterekkel írhatók le. A rendszer struktúrája egy adott időpillanatban így alapvetően a kölcsönhatások függvényében alakul ki, amiből két, a jövő kiszámíthatóságára vonatkozó megállapítás adódik. Az egyik, hogy az adott pillanatban feltárt és adott paraméterekkel meghatározott struktúra nem feltétlenül marad meg következő időpillanatra. Ez önmagában nem jelentene gondot, ha léteznének a kölcsönhatásokat és ezek alapján az elemek változását meghatározó törvények, amelyek figyelembevételével meghatározható, hogy egy adott állapotból kiindulva hogyan fog megváltozni a rendszer. A vonatkozó kutatások azonban egyértelműen igazolták, hogy nem létezik semmiféle alaptörvény vagy mechanizmus, ami a kölcsönhatásokat determinálná. A tudósok számolni tudnak a kapcsolatok változásának következményeivel, ugyanakkor arra nézve, hogy milyen változás következik be, csak valószínűségeket tudnak megadni. Más szóval, a rendszer jövőbeli állapota a newtoni szemlélettel ellentétben nem számítható ki, az egymástól eltérő struktúrák mindössze valószínűségként jeleníthetők meg. A kölcsönhatások dominanciájából származó másik megállapítás a rendszer objektív leírásának lehetetlen volta, amit a Heisenberg-féle bizonytalansági elv fejez ki. A megismerés szándékában lefolytatott mérés során a megfigyelő kapcsolatba kerül a rendszerrel, és ez, mint új kölcsönhatás alapvetően befolyásolja annak tulajdonságait. Gyakorlatilag lehetetlen tehát olyan, egyfajta kiinduló állapot objektív meghatározása, amelyből a változásokat levezethetnénk, és lehetetlen a változások eredményeképp kialakult új struktúra objektív meghatározása is.

Felmerül a kérdés, vonható-e párhuzam a szubatomi szintű és a humán rendszerek között olyan mértékben, hogy az indokolja a newtoni paradigmáktól való elszakadást a

jövő előrejelzésénél. Ha elfogadjuk, hogy a társadalmi csoportokat vagy szereplőket egy adott helyzethez és annak megváltozásához való viszonyuk alapján kategorizálni tudjuk (Heijden [1996]), és a jövő alakulása voluntarista szemléletmóddal közelíthető (Godet [1987], Nováky [2001a]) a válasz: igen. Ebben az esetben ugyanis, az egyének részesei kívánnak lenni a társadalom és gazdaság alakításának. A társadalmi és gazdasági területeken fennálló állapotokkal kapcsolatosan a csoportok jellemezhetők az érintettségükkel és az érdekérvényesítő képességükkel. Az érintettség azt mutatja meg, mennyire befolyásolja az egyes szereplők elégedettségérzését a fennálló helyzet, míg az érdekérvényesítő képesség a szituáció fenntartásához illetve megváltoztatásához szükséges hatalom birtoklását vagy hiányát fejezi ki (1-3. ábra). Az érintettség megléte illetve a hatalom birtoklása vagy ezek hiánya számos, a csoportokat minőségében leíró paramétert határoz meg. Ezek a paraméterek eltérőek lehetnek az egyes kategóriákban. A hatalommal rendelkező csoportok életvitele, nyitottsága, kapcsolatai, motivációi például más paraméterekkel ragadhatók meg, mint a hatalommal nem rendelkezőké. A csoportok jellemzői és egymáshoz való viszonyuk alapján kirajzolódik a rendszer hatalmi és érdekeltiségi dimenzióban értelmezett struktúrája.

1-3. ábra: A társadalmi szereplők kategóriái az érintettség és az érdekérvényesítő képesség alapján

A szereplő érdekelt a szituáció
fenntartásában vagy változtatásában

	Igen	Nem
Igen	A	B
Nem	C	D

A szereplő hatalommal bír a helyzet
megváltoztatása vagy fenntartása
tekintetében

Az „A” csoport szereplői elégedettek lehetnek a fennálló helyzettel, megvan a hatalmuk annak fenntartására. A „C” csoport tagjai a kommunikáció lehetőségét biztosítva rávehetik az egyébként nem érintett, de hatalommal bíró „B” csoportot, hogy változtassák meg a nekik kedvezőtlen, vagy tartsák fenn a nekik kedvező állapotot. Ha külső vagy belső hatásra a fennálló helyzetet biztosító status-quo megváltozik, a csoportok átrendeződhetnek, azaz aki korábban érintett volt, most nem feltétlenül lesz az, akinek hatalma volt, most nem feltétlenül rendelkezik vele. Ezzel változnak a csoportokat minőségében leíró paraméterek is.

A struktúra fennmaradása vagy változása szempontjából a kapcsolatok közül kiemelt jelentőséget kap a csoportok közötti interakció és kommunikáció, valamint az egyes szereplők kialakított képe a többiek jövőbeli viselkedését illetően. A kommunikáció lehetőséget ad arra, hogy a különböző jellemzőkkel bíró szereplők összejátszanak, így

például lobbizással, a hatalommal nem rendelkező csoportok is elérhetik a szituáció fennmaradására vagy változására irányuló céljaikat. A többiek jövőbeli helyzetéről, szándékairól alkotott kép pedig alapvetően határozza meg a szereplők cselekvési irányát. A kapcsolatok tehát dominánsak annyiban, hogy jelentős szerepet játszhatnak egy szituáció megváltozásában. Fontos megjegyezni, hogy előre nem látható mely kapcsolatok fognak érvényre jutni, eredményes lesz-e például a lobbizás, milyen értékelésre jutnak a szereplők a jövőre vonatkozó szándékokat illetően és ezt milyen források felhasználásával teszik. A változás viszont érintheti a szereplők között fennálló hatalmi és érdekeltiségi status-quot, ami azt jelenti, hogy e tulajdonságok mentén az adott csoportok megjelenési formája változik meg, változtatva az őket minőségében leíró paramétereket is. Így például, aki korábban érintett volt és hatalommal rendelkezett, most kívülállóként, hatalom nélkül jelenhet meg a rendszerben. Mindezek következtében a szemléltetett rendszer tulajdonságai tekintetében közelebb áll a szubatomi szintű struktúrákhoz, mint a newtoni rendszerekhez, ahol a kapcsolatok determináltak, az elemek bármely időpontban ugyanazokkal a paraméterekkel jellemezhetőek, legfeljebb azok értéke változik meg. A kvantumelmélet megállapításai közül kiragadtuk az objektív mérés lehetetlen voltát is. A szemléltető példánál maradván feltételezhető, hogy a szereplők jövőbeli cselekvési szándékaira vonatkozó vizsgálatot maguk az aktorok végzik, így eleve lehetetlen független mérésről beszélni. Másrészt, és az előrejelzés szempontjából ez a fontosabb, a társadalmi szereplők tudomást szereznek a mérés eredményeiről, így saját szándékaikat, helyzetmegítélésüket, és kapcsolataikat ennek alapján alakítják ki. A rendszer kapcsolatainak, a szereplők viselkedésének alakulásában tehát maga a mérés is szerepet játszik, ami nem a newtoni rendszer sajátja.

Az előrejelzések szempontjából a szubatomi szintű rendszerek tulajdonságainak figyelembe vétele a rendszer jövőjére vonatkozó egyértelmű kiszámíthatóság képzetét oszlatja szét. Ha egy területet megvizsgálunk abból a célból, hogy adott időpontbeli állapotát leírjuk, kölcsönhatásba kerülünk vele, amely ezt az állapotot megváltoztatja, ezért lehetetlen objektív képet alkotni a kiinduló helyzetről. Nem tudjuk továbbá, hogy melyik kölcsönhatás lesz domináns a struktúra, azaz a vizsgált elemek tulajdonságainak és kapcsolatainak változása tekintetében, ezáltal nem határozhatók meg egyértelműen, hogy az adott állapotból kiindulva milyen folyamatok fognak végbemenni a rendszerben. A kauzális determináció egy-többértelmű és több-többértelmű (Nováky, szerk. [1997]) okozati összefüggésre vonatkozó jelentése kerül előtérbe. Mindez azt jelenti, hogy több lehetséges fejlődési iránnyal kell számolnunk. Nem lehet megmondani, hogy milyen állapotba fog átmenni a rendszer, de azt igen, hogy milyen állapotokat vehet fel. Nem determinálható, az előző egyszerű példánál maradván, hogy adott társadalmi csoport rendelkezni fog-e hatalommal vagy érintett lesz-e a kialakult új helyzetben, de az meghatározható, milyen lehetséges variációk fordulhatnak elő e két dimenzió mentén.

A kvantumelmélet mellett, a jövő egyértelmű előrejelezhetőségét vonja kétségbe, ha egy rendszert a newtoni szemlélet helyett a kaotikusan viselkedő rendszerek, illetve a széteső (disszipatív) struktúrák tulajdonságait szem előtt tartva vizsgálunk. A determinisztikus rendszerekben megjelenő káosz (determinisztikus káosz) e

rendszerek nem periodikus, szabálytalan viselkedésre utal (Nováky [1998]). A szabálytalanságot, a rendszert leíró paraméterek értékeinek időbeli alakulásában találjuk. Ezzel szemben, ha a rendszer alakulását bizonyos paraméterei által meghatározott fázistérben jelenítjük meg, az így kapott trajektória szabályosságot mutat, felvázolva a káosz struktúráját. A pozitív visszacsatolások miatt a kaotikus rendszerek azonban nagyon érzékenyen reagálnak a kezdőfeltételek megváltozására, így már kis mértékben eltérő hatások is egymástól messze eltávolodó trajektóriákhoz vezetnek. A kaotikusan viselkedő rendszerek esetében tehát a kis hatások, egymástól lényegesen eltérő fejlődési irányokat eredményeznek. A dinamikus rendszerek esetében az egyensúly csak egy speciális állapot, a rendszer fejlődése során éppígy megjelennek a kaotikus időszakok is. Ilyenkor a rendszerben olyan strukturális változások mennek végbe, amelyek a terület kvalitatív változásait jelentik. Nováky rámutat arra is, hogy ha a gazdasági, társadalmi területeket leíró idősorokban matematikailag fel lehet fedezni a káosz jegyeit akkor az, az adott terület instabilitására utal (Nováky [2001a]). Az instabilitás ugyanakkor lehetőséget ad arra, hogy a rendszer új értékek mentén szerveződjön újjá a több lehetséges fejlődési út valamelyikén.

A magyar társadalom és gazdaság stabilitásvizsgálatai kimutatták, hogy az elemzett demográfiai, gazdasági és társadalmi makromutatóknak mindössze 60%-a nem viselkedik kaotikusan. A maradék 70%-a gyengén kaotikus, 20%-a pedig közepesen kaotikus viselkedést mutat. A GDP ez utóbbi kategóriába tartozik, és az elemzés szerint adatsor közeledik a teljes kaotikus viselkedés felé.

A kaotikus viselkedés és instabilitás tehát magában hordozza a jövő többféle, egymástól eltérő alakulásának lehetőségét. Ha a vizsgált terület instabil illetve kaotikus periódusban van, nem alkalmazhatók az analitikus, matematikai-statisztikai előrejelzési eljárások, amelyek azon alapulnak, hogy a rendszer egy jól azonosítható, minőségileg az időben változatlan fejlődési pályán halad. A káoszszámításokat a stabilitás vizsgálata mellett a lehetséges fejlődési pályák, illetve az azokat vonzó attraktorok azonosítására is fel szokták használni (Nováky [1998]).

Az Ilya Prigogine nevéhez kötődő, a hetvenes években született széteső struktúrák elmélete rávilágít arra, hogy a természetben megtalálható rendszereknek csak egy része tekinthető konzervatívnak, azaz olyannak, amelyben érvényesülnek a newtoni törvények (Presti [1996]). Más részük széteső struktúráként jellemezhető, amelyek távol állnak a termodinamikai egyensúly állapotától és instabillá válhatnak külső hatások vagy a rendszeren belüli fluktuációk következtében. Amikor a külső vagy belső hatás átlép egy küszöbértéket, a newtoni rendszer megszűnik létezni. A prigogine-i, széteső rendszer ezzel szemben egy olyan állapotba megy át, amelyet egy minőségileg új dinamikus egyensúlyi állapot jellemez (Mannermaa [2000]). A minőségileg új állapotban a korábbi, kapcsolatokra adott definíciók érvényüket veszítik. Abból, hogy a prigogine-i széteső struktúrákban a fundamentális változást a rendszeren belüli tényezők is előidézhetik, arra következtethetünk, hogy a nem csak hatóerő nagysága és iránya az egyedüli tényezők, amelyet a változás szempontjából figyelembe kell vennünk. A rendszeren belüli kapcsolatok és visszacsatolások elvileg

felerősíthetnek bármely kis mértékű hatást olyan szintre, hogy az kiváltja az egész rendszerre vonatkozó drasztikus változást.

A humán rendszerek kaotikus és disszipatív jellemzőinek szemléltetésére Mannermaa a Szilícium Völgy és a szocialista blokk történetének példáját hozza fel. Mindkét esetben a korábban fennálló struktúrát nem befolyásoló, méretüket tekintve kis csoportok és tényezők hatása erősödött fel olyan szintre, hogy az a meglévő szisztémát alapjaiban változtatta meg.

Ha a széteső struktúrák elméletéből származó jellemzőket az előrejelzésekre vonatkoztatjuk újfent azt a megállapítást tehetjük, hogy ha a vizsgált terület rendelkezik a széteső struktúrák tulajdonságaival, a jövő feltérképezését nem alapozhatjuk olyan ismeretelméletre épülő módszertanra, amely a kapcsolatokat leíró törvények változatlanlanságával számol.

Az eddigiekben a természettudományok felől közelítettük a társadalmi és a velük kapcsolatban álló rendszerek newtoni világtól eltérő tulajdonságait. A természettudományokból származó analógiák mellett a jövőkutatásban formálódóban van egy, a természeti és társadalmi rendszereket együttesen kezelő koncepció, az általános evolúciós elmélet. Ennek az elméletnek a kiindulópontja az, hogy a fejlődési folyamatok, a természeti és a társadalmi rendszerek mindegyikében egy általánosnak és izomorfnak tekinthető evolúciónak felelnek meg (Hideg [2001]). Az izomorf jelleg azt jelenti, hogy az evolúciós mozgás a látható univerzumban mindenhol és mindenkor ugyanabban a formában megy végbe (Hideg [1998a]). Ez a forma Hideg [2001] munkája alapján a következőképp ragadható meg: Az univerzumban vannak önszerveződő rendszerek, amelyek állandó mozgásban vannak. A mozgás egyik típusa a replikáció, a rendszer önmagának másolása, újratermelése. Ha a replikációban zavar támad, akkor a rendszer fluktuálni kezd. Ekkor az önfejlődő rendszerben vagy megindul a másolási hibák korrigálása, vagy megváltozik a másolási minta. Ez utóbbi esetben a fluktuáció növekszik, és a rendszer elérkezik egy bifurkációs (elágazási) ponthoz, ahonnét megkezdődik az egész rendszer újraszerveződése az új másolási minta elterjedésével. Ez a változás irreverzibilis. Az ilyen minőségi fejlődésre akkor van leginkább lehetőség, amikor a rendszer kaotikus állapotban van, a káosz folyamán ugyanis strukturális zavar keletkezik a rendszerben, ami beindítja a fejlődést.

A társadalom esetében az önfejlődést beindító mechanizmusokra az értékek reagálnak. Az egyes társadalmi mozgalmak hatására megindul a társadalmi értékek közötti verseny és küzdelem. Az erősödő fluktuáció bifurkációs mechanizmusokat gerjeszt, aminek következtében olyan értékek és társadalmi csoportok kerülhetnek domináns pozícióba, amelyek eddig a periférián voltak. Ez a periódus kritikus korszak, mert többféle lehetőséget, társadalmi jövőt hordoz magában, és nem tudható előre, melyik formálja majd a társadalmat (Hideg [2001]). Az evolúciós változás akkor megy végbe, ha a társadalomban a fluktuációt csökkentő mechanizmusok nem tudják megfékezni a zavarokat. Az evolúciós váltás kulturális mintaváltással és érték váltással jár együtt. Az evolúciós elmélet alapján tehát a társadalmi fejlődés követheti a múlt tendenciáit, de jelenthet hanyatlást, vagy minőségileg új evolúciós utakat is, ha a társadalom az

instabilitás időszakában van. Az evolúciós jövőkutatás egyik feladata az evolúciósan lehetséges jövők és alternatív értékalapjaik feltárása, bemutatása (Hideg [1998b]).

Amennyiben a fentiek alapján elfogadjuk azt, hogy a társadalmi területek mutatnak olyan jellemzőket, amelyek a szubatomi szintű vagy a kaotikusan viselkedő rendszerek illetve a disszipatív struktúrák sajátjai, a fejlődés tekintetében többféle, a múlt mintáitól, trendjeitől eltérő fejlődési iránnyal is számolnunk kell, amelyek a rendszer a korábitól minőségében eltérő struktúráját és jellemzőit eredményezhetik. Hasonló megállapításra jutunk, ha a társadalom, mint önszervező rendszer fejlődését az általános evolúciós elmélet alapján magyarázzuk. Az analitikus, matematikai-statisztikai eszköztár arra alkalmas, hogy feltárja a vizsgált terület adatgyűjtési időszakra jellemző struktúráját és a megelőző időszakokat jellemző fejlődési tendenciáit, majd felvázolja azt a fejlődési irányt, amelyben ezek változatlansága dominál. Ezzel ellentétben az említett tulajdonságokkal bíró rendszerek jövőjének vizsgálatához a fejlődés lehetséges, a korábitól eltérő irányainak, illetve a terület ezen irányok eredményként létrejövő, egymástól és a múltbelitől minőségileg eltérő lehetséges jövőbeli állapotainak feltárására van szükség. A scénáriók tágabb értelemben ezeket a jövőket vázolják fel.^a A módszertani választáshoz segítséget nyújthat az a kérdés, hogy az elemzési horizonton feltételezhető-e az említett tulajdonságok domináns szerepe.

A következőkben a vonatkozó irodalom áttekintése alapján magával a scénáriók készítésének módszertanával és gyakorlati alkalmazásával foglalkozunk.

^a A magyar szakirodalom scénáriókon vagy forgatókönyveken a scénárió készítés valamely, általában intuitív módszerének outputjait érti. Mi ennél általánosabb értelemben használjuk a kifejezést, mert egyrészt ez adódik a scénárió korábban megadott fogalmából, másrészt a fogalommal az alternatívákra szeretnénk helyezni a hangsúlyt és nem az előállításukhoz használt módszerek egyikére. A scénáriók így ebben a dolgotban leginkább a „jövőalternatívák” szinonimájaként értelmezhetők.

2 A scenáriók alkalmazási területei és a készítésükre kidolgozott technikák

Ebben a fejezetben a scenárió készítés általános irodalmának áttekintésével foglalkozunk. Célunk, hogy bemutassuk a tárgyalt módszer hasznosságát a gyakorlati alkalmazások tekintetében, valamint megvizsgáljuk, hogy a már kidolgozott technikák mellett van-e hely a módszertani fejlesztés számára. Ennek megfelelően az anyagot két alfejezetben tárgyaljuk, amelyek közül az egyik az alkalmazásokra, míg a másik a módszertanra vonatkozik.

2.1 Forgatókönyvek alkalmazási területei

A scenárió készítés gyakorlati alkalmazásaira vonatkozó példák bemutatásával az a célunk, hogy az olvasó a felhasználási területeket és a megvalósított projekteket áttekintve, igazolva lássa a módszertan gyakorlati hasznát és helyét a társadalmi-, gazdasági területek jövőjének vizsgálatával foglalkozó eljárások között. Megjegyezzük, hogy a vonatkozó irodalom rendkívül terjedelmes volta miatt (önmagában az Elsevier tudományos lapkiadó honlapján a „scenario” kifejezés több mint ezer találatot eredményez, így szűkítés nélkül kezelhetetlen) az alkalmazások teljes körű bemutatása lehetetlen vállalkozás. A tárgyalhatóság érdekében ezért célszerű csoportosítani, és kategóriánként összegezve bemutatni a friss, és az adott kategóriát markánsan jellemző példákat.

Kristóf [2002a] több szerző munkáját szintetizálva négy fő dimenzió szerint osztályozza a forgatókönyveket. E rendszerben annak alapján csoportosíthatók, hogy

- milyen területet vizsgálnak,
- a kiindulópontjukat a feltételezett hatások vagy azok következményei jelentik-e,
- mennyiben deskriptívek illetve normatívak
- mennyiben jelentik egy fejlődés alapirányzatának folytatását.

A gyakorlati esetek tárgyalásához az első pont adhat kiindulási alapot, mert a többi dimenziónál inkább módszertani jellemzők mentén alakulnak ki a különbségek. A vizsgált terület alapján Imre [1996] három kategóriába sorolja a forgatókönyveket. Ezek az:

- *egyedi scenáriók*, amelyek egy gazdasági, környezeti elem, például az infláció lehetséges alakulását vizsgálják az erre ható tényezők rendszerében,
- *makroszcenáriók*, amelyek a nemzetközi gazdasági és politikai környezet lehetséges jövőképeit vázolják fel,
- *iparági scenáriók*, amelyek egy iparág nemzetközi, nemzeti és regionális helyzetének jövőbeli alakulását térképezik fel.

Ezzel a rendszerezéssel azonban az a probléma, hogy a környezet komplexitása miatt az egyes kategóriák átfedik egymást. Az egyedi scenáriók elemei, mint például az infláció vagy az arra ható tényezők befolyásolják az iparágak fejlődését is és fordítva, az iparág helyzete hatással lehet a gazdasági környezet elemeire, így például a

foglalkoztatottság mértékére, a megtakarításokra, kamatrátákra és inflációra. Mindezek a tényezők megjelennek a makroszcenáriók gazdasági tartalmában is, a politikai döntések pedig befolyásolhatják egy adott iparág helyzetét, illetve bizonyos gazdasági paramétereket, legalábbis a keynesi iskola szerint. Ha a vizsgált terület helyett a felhasználási célok szerint végezzük el a csoportosítást, elkerülhetővé válnak az átfedések, emellett láthatóvá válnak azok a területek, amelyeken a módszertant a gyakorlatban leginkább használják. Ennek alapján a feldolgozott irodalom által tárgyalt forgatókönyvek négy kategóriába sorolhatók:

- *Globális makroszcenáriók*: amelyek az emberiséget globálisan érintő kérdésekkel foglalkoznak földrajzi, politikai vagy tudományterületi határok nélkül. Ezeknek a forgatókönyveknek a célja az emberiség vagy annak sorsát befolyásoló területek jövőjét meghatározó tényezők azonosítása, tudatossá tétele.
- *Politikai szcenáriók*, amelyek egy földrajzilag, politikailag meghatározott régiónak vagy a régió egy előre definiált társadalmi-gazdasági szegmensének jövőjét vizsgálják abból a célból, hogy a befolyásoló erővel rendelkező aktorok kidolgozhassák azt a politikát, amely a fejlődést az általuk kívánatosnak tartott irányba tereli.
- *Iparági szcenáriók*, amelyek meghatározott iparágak fejlődési irányait térképezik fel. Ebben az esetben a cél kettős: a befolyásoló erővel rendelkező szereplők segítséget kapnak a fejlődést meghatározó politikák kidolgozásához, illetve a befolyásoló erővel nem rendelkező szereplők –például erős versennyel jellemzett piaci struktúra esetén a vállalatok- a stratégia alakításához használhatják a forgatókönyveket. Az iparági szcenáriókban is megjelennek tehát a politikai elemek, illetve ezek a forgatókönyvek felhasználhatók a politikai döntéstámogatásra. Az előző csoporttól való elkülönítést elsősorban maga a politika irányultsága jelenti. Míg az előző csoportnál a kiindulópont a politikai értelemben definiált régió, addig itt az iparág, amely nem feltétlenül kötött egy politikailag definiált földrajzi területhez.
- *Vállalati szcenáriók*, amelyeket a stratégia kialakításához használnak a szervezetek.

A következőkben az egyes kategóriákat jellemző alkalmazások összegző bemutatására törekszünk.

2.1.1 Globális makroszcenáriók

Az emberi társadalom fejlődésének globális kérdéseivel foglalkoznak, a The Foundation For the Future és az American Council for the United Nations University intézmények által megvalósuló „Millenium Project” nevű kutatási program keretében kidolgozott szcenáriók (Glenn [2000]). A fejlődés lehetőségeit ezer éves távon felvetítő hat forgatókönyv tizenkilenc, elsősorban a technológiai fejlődésre, az etikai rendszerre, a kormányzati formákra, a tudományfejlődésre vonatkozó tényező alakulásának következményét vázolja fel az egyes elemek hatásainak, befolyásolhatóságának, illetve a hozzájuk kapcsolódó extrémítások bekövetkezésének hihetősége alapján. Ebben az esetben nem beszélhetünk olyan aktorról, aki

egymagában hatással lehet a különböző fejlődési irányokra, így a forgatókönyvek célja elsősorban jövőt alakító kérdések felismerése, tudatosítása, megismertetése a szélesebb közönséggel.

Szenáriók képezik a kiindulópontot az Európai Unió által indított, öt ország –köztük Magyarország- részvételével 1998-2000-ben megvalósított „SusHouse” nevű projektben. A program célja az volt, hogy stratégiákat és értékelési módokat dolgozzanak ki a fenntartható háztartásokhoz vezető átmenetre (Tóth [2003]). A fejlődést 2050-ig vizsgáló forgatókönyveket a háztartások táplálkozási, ruházkodási és energiafogyasztáshoz kapcsolódó funkcióira vonatkozó lehetőségek alapján dolgozták ki. A lehetőségeket kreatív műhelymunkák keretében tárták fel, majd olyan plauzibilitási kritérium szerint szűrték, amelyet a technológiai és a kulturális váltás fenntarthatóságot biztosító kombinációi adtak. A kiinduló forgatókönyveket (Design Orienting Scenario) az adott funkcióra vonatkozó technológia és a felhasználási kultúra újszerűségének mértéke alapján dolgozták ki. Ezekből további szenáriókat képeztek egyéb klaszterképző ismérvek alapján, így például aszerint, hogy az adott funkciót termék vagy szolgáltatás elégíti ki, illetve mindez egyéni vagy közösségi szinten valósul meg.

Három, az éghajlatváltozás globális hatásait megjelenítő forgatókönyvet dolgozott ki Kristóf az MTA-BKÁE Komplex Jövő kutatás Kutatócsoport kutatási programjának keretében (Kristóf [2004a]). A szenáriók egy új jégkorszak bekövetkezésével, annak elmaradásával illetve egy „kis” jégkorszak bekövetkezésével számolnak, és ezek gazdasági társadalmi hatásait jelenítik meg a fejlett-fejletlen, illetve az északi-déli régiók vonatkozásában. A forgatókönyvek a gazdasági növekedés mértékén, a termelékenység növekedésén, az energiafogyasztás mértékén, az energiahordozók mibenlétén, a világ népességszámának alakulásán és a mezőgazdasági művelésbe vont területek méretein alapulnak.

Tony Stevenson a World Futures Studies Federation elnökeként a hálózati kapcsolati és kommunikációs formákat lehetővé tévő kommunikációs és információs technológiák társadalmi-politikai hatását vizsgálta négy forgatókönyvben (Stevenson [1998]). Az érintett, és egyben befolyásoló tényezők a globalizáció/lokalizáció, centralizáció/decentralizáció, standardizálás/diverzifikáció kérdéseikhez kapcsolódnak. A szerző célja rávilágítani azokra a pontokra, amelyek meghatározhatják azt, hogy a globális szinten értelmezett társadalomra milyen jövő vár.

2.1.2 Politikai szenáriók

A kategória elnevezése arra utal, hogy létezik egy vagy több szereplő, akik rendelkeznek olyan mértékű érdekérvényesítő képességgel, amely lehetővé teszi számukra, hogy a vizsgált terület jövőjét önmagukban is befolyásolni tudják. A szenáriók ebben az esetben alapul szolgálhatnak a cselekvési koncepciókat vagy programokat meghatározó és leíró politikákhoz. A feldolgozott irodalom az előző kategóriához képest jóval nagyobb számban tartalmazza az ide sorolható alkalmazásokat. Ennek az lehet az oka, hogy több befolyásoló szereplő van, akik a

politikák kidolgozásánál érdekeltőbbek a környezet elemzésében, így több forgatókönyvre szóló „megrendelést” indukálnak, mint azok a szervezetek, amelyek globálisan foglalkoznak az emberiség fejlődésével.

Az alkalmazások nagyjából egy-egy földrajzi vagy politikai régió fejlődési lehetőségét vizsgálják abból az aspektusból, amelyre a kidolgozandó politikák vonatkoznak. A szocialista blokk lebomlásának az Európa jövőjét meghatározó kérdéseire két, könyv formájában feldolgozott, scénárió elemzésre alapuló kutatás is reflektál. A University of Copenhagen, Centre for Peace and Conflict Research elnevezésű kutatóintézetében folytatott projekt három, részletesen kidolgozott scénárióban vázolta fel Európa biztonságpolitikai helyzetét (Buzan és szerzőtársai [1990]). Az alternatív jövőképek a hatalom hidegháború utáni globális megoszlására, a kultúrából és a korábbi politikai rendszerből adódó eltérő mentális térképekre, a korábbi „ellenségről” és cselekvéseiről alkotott képre és várakozásokra, valamint a gazdasági és katonai szövetséges függőségre vonatkozó eltérő feltételezések alapján alakultak ki. Szintén Európa biztonsági helyzetével foglalkozott a Royal Institute of International Affairs független brit kutatóintézet elemzése, amely négy forgatókönyv kidolgozását eredményezte (Hyde-Price [1991]). Az alternatívák kialakításában a fő tényezőket a volt szocialista blokk politikai-gazdasági szerepe, ennek hatása a régi EU tagállamokra, a NATO hatalmi megoszlása, illetve az európai országok önálló katonai törekvései jelentik. A balkáni válság megoldásával a nagyjából egyetemes Európa egyik fő politikai kérdésévé a fenntartható fejlődés vált. Mindez tükröződik az Európai Bizottság támogatásával megvalósított „Integrated Visions for Sustainable Europe” projektben, amely a lehetséges fejlődési irányokat vizsgálva a társadalmi, gazdasági, és környezeti kérdésekben dönteni hivatott érdekcsoportok számára kívánt támpontokat adni (Rotmans és szerzőtársai [2000]). A kutatás során scénáriókat dolgoztak ki a kontinens jövőjére vonatkozóan, többek között olyan tényezőkre alapozva, mint a foglalkoztatás, a fogyasztói magatartás, a természetes erőforrásbázisok degradációja összhangban az energia, vízellátás, közlekedés és infrastruktúra kérdéseivel. Ezek a scénáriók további, a régiókra lebontott forgatókönyvekhez szolgáltak alapul.

A forgatókönyveket nem csak a „nyugati” kultúrában használják a politikai döntéstámogatáshoz. A Japán Kormány Szociálpolitika Tanácsának Általános Politikai Bizottsága által kiadott jelentés [1981] négy forgatókönyvben vizsgálta a nemzeti munkaerőpiac strukturális fejlődési lehetőségeit. A jövőt meghatározó fő kérdésként értelmezték, hogy az idősebb férfi foglalkoztatottak mennyire ragaszkodnak a munkájukhoz, milyen mértékben jelennek meg a nők a munkaerőpiacon, mennyiben tartja magát a tradicionális kollektívizmus a munkahelyeken. Emellett, a délkelet-ázsiai térség gazdasági-, politikai fejlődésének lehetőségeit három scénárión keresztül vizsgálta az Institute of Southeast Asian Studies kutatóintézetben lefolytatott kutatás (Cronin [1992]). Az alternatív jövőképeket meghatározó fő tényezők között szerepelt Kína gazdasági fejlődése, Tajvan politikai helyzete, a globális gazdaság strukturális és növekedési kérdései. Ugyanerre a régióra készült három scénárió az UNESCO által elindított „SEAMO INNOTECH” projektben, melynek célja oktatáspolitikai döntések támogatása volt (Habana [1993]). A kutatók harminc, a jövőt alakító tényezővel

dolgoztak, amelyek között egyformán találunk gazdasági, társadalmi, és kulturális elemeket.

Az alkalmazások szempontjából érdekes területnek számít Dél Afrika, ahol a politikai átmenet és az evvel járó instabilitás kezelésére számos, forgatókönyvekre alapuló kutatást végeztek. Spies [1994] összefoglaló tanulmányában kiemeli, hogy többek között a forgatókönyvek készítésén alapuló jövőkutatás fő célja a jövőt befolyásoló tényezők tudatosításán túl, a dél afrikai politikai és társadalmi intézmények tervezési támogatása. E célból, a University of Stellenbosch-hoz tartozó Institute of Futures Research kutatóintézet három, az ország politikai, társadalmi és gazdasági fejlődésére vonatkozó, scenáriókon alapuló kutatást is folytatott 1977-ben, 1983-ban és 1989-ben. Ugyanezekkel a kérdésekkel foglalkoztak a Necdor and Old Mutual társaság finanszírozásával 1990-ben és 1991-ben készített forgatókönyvek. A Dél Afrika gazdasági és politikai átalakulásának lehetőségeivel foglalkozó forgatókönyvek közül azonban talán a University of Western Cape kutatói által 1992-ben készített „Mount Fleur” scenáriók váltak a legismertebbekké. Ezek négy alternatív fejlődési utat tárnak fel a hatalommegosztás lehetséges módjának, a hatalmi átmenet gyorsaságának és a gazdaságpolitika lehetséges alakulásának a függvényében.

A forgatókönyvek megtalálhatók a magyar gazdaság illetve társadalom fejlődésének lehetőségeit vizsgáló kutatásokban is. Hazai jövőkutatók az 1997-2000 között lebonyolított, „Magyarország holnap után” című OTKA kutatási program keretében dolgoztak ki jövőváltozatokat, illetve komplex jövőalternatívákat (Nováky, szerk. [2001]). A munka kiindulópontját a világgazdaság fejlődési lehetőségeit és azok következményeit a globalizálódás vagy a regionális szemlélet térnyerése alapján tárgyaló két forgatókönyv, a hazai gazdaságfejlődés lehetőségeit a gazdaságfilozófia alapján tárgyaló két forgatókönyv (Lóránt [2001]), valamint a politikai erőter alakulását tárgyaló négy forgatókönyv (Andor [2001]) képezte. E forgatókönyvek plauzibilis kombinációi alapján a kutatók nyolc jövőváltozatot dolgoztak ki, amelyeket szembesítettek az EU-hoz való csatlakozáshoz kapcsolódó várakozásokkal, a társadalmi és egyéni értékekkel és az egyéni aspirációkon alapuló szándékokkal. Emellett, a jövőváltozatokra építve négy komplex jövőalternatívát dolgoztak ki, a folyamatok stabilitásának vagy instabilitásának, illetve a változtatás vagy a változatlanság preferálásának dimenziói mentén. Kristóf, az MTA TKI támogatásával folytatott kutatás keretében vizsgálta a magyar gazdaság lehetséges fejlődési irányait a HDI-re (Human Development Index) ható tényezők alakulására kidolgozott scenáriókon keresztül (Kristóf [2003a, 2004b]). A három alternatíva többek között a költségvetés egyensúlya, a gazdaság versenyképessége, az euró bevezetése és az egészségügy reformja mentén alakult ki. A szerző elemezte az egyes variációk hatását az egy főre jutó, vásárlóerő paritáson mért GDP-re, a születéskor várható élettartamra és az iskolázottság mértékére.

A scenáriók alkalmazására szolgáltat példát a regionális fejlesztésben, a Leeds Polytechnic által 1988-ban rendezett szeminárium, amelyen Nyugat-Yorkshire fővárosi kerületeinek hivatalnokai vettek részt (May-Green [1990]). A kurzus résztvevői több témában is kidolgoztak forgatókönyveket. Az egyik széria a felesleges

kapacitásokat jelentő gyáépületek jövőjére vonatkozott, amelyre nézve négy scenáriót határoztak meg a gazdasági növekedés, a természetvédelem és a foglalkoztatás prioritásai alapján. A másik széria három scenáriót tartalmazott, a gazdasági növekedés ütemére és a technológiai váltás fokozatosságára alapozva. A harmadik széria a közlekedés jövőjével foglalkozott három politikai filozófia, a piac-, a foglalkoztatottság-, és a környezetvédelem orientáció függvényében. A negyedik sorozat a gazdasági növekedés és a környezettudatosság lehetséges alakulása alapján készített négy scenáriót tartalmazta. A fenntartható fejlődés regionális illetve lokális szinten jelentkező kérdéseivel, és a lehetséges fejlődési irányokkal foglalkoztak az Európai Bizottság „Value II” programjában (Street [1997]). A projekt részeként a Prestonban (Egyesült Királyság) rendezett szemináriumon négy lehetséges városfejlesztési irányt dolgoztak ki annak alapján, hogy mely hatóság vagy intézmény fog a jövőben a fenntartható városfejlesztéssel foglalkozni, az intézményi, civil és privát szféra szereplői milyen mértékben kezdeményeznek akciókat a fenntartható fejlődés érdekében, illetve milyen szerepet tölt be a technológia a környezeti problémák megoldásaiban.

A forgatókönyveket alkalmazzák a kormányzati fejlesztési politikák és prioritások meghatározásánál is. Erre az egyik példát a magyar „Technológiai Előretekintési Program” szolgáltatja, amely hat különböző, a társadalmi-, a természeti-, a gazdasági-, és az infrastrukturális szférához kapcsolódó területen vizsgálta a fejlődés lehetséges irányait. A Közlekedés Szállítás Munkacsoport [2000] a szektor három lehetséges jövőképét dolgozta ki részletesen három dimenzió, az aktivitás, az integráció, és a tudásintenzitás mentén. A másik példa a United States National Reconnaissance Office által megvalósuló „PROTEUS” projekt, amelyben a kutatók scenáriók elemzésén keresztül remélik feltérképezni korunk innovációs hajtóerőit (Krause [2002]). Az itt szerzett ismeretek felhasználhatók a haladó kutatás-fejlesztési támogatást meghatározó költségvetési stratégiák értékelésénél, és prioritásainak definiálásánál.

2.1.3 Iparági scenáriók

Ebbe a kategóriába olyan forgatókönyvek tartoznak, amelyek egy-egy szélesebb értelemben vett iparág jövőjét vizsgálják. Felhasználási céljuk kettős: támpontot nyújthatnak a politikák kidolgozásához azoknak a szereplőknek, amelyek cselekvéseikkel befolyásolni tudják az iparág fejlődését, így a gazdaság-, illetve fejlesztési politikát kidolgozó és megvalósító intézményeknek vagy oligopol struktúra esetén a piaci szereplőknek. A másik oldalról, a scenáriók segítséget nyújthatnak a befolyásoló képességgel nem rendelkező szereplők számára a stratégiáik megalapozásához.

Az iparági alkalmazást példázza a kormányzati szerepvállalást meghatározó döntések támogatását célzó kutatásokban, a mexikói Food and Agriculture Organization és a Mezőgazdasági Minisztérium által a 80-as évek végén finanszírozott projekt (Waissbluth-Gortari [1990]). A kutatás célja a mexikói agráripár fejlődése szempontjából meghatározó tudományos-technikai prioritások és politikai eszközök meghatározása volt. A kutatók ehhez hat forgatókönyvet dolgoztak ki, amelyek az

iparág fejlesztési céljainak elérését szolgáló stratégiákat testesítették meg. Ezt követően, egyenként vizsgálták az egyes verziók nemzeti szinten értelmezett társadalmi-, gazdasági-, technológiai hatásait. Az iparágra vonatkozó, kormányzati tervezést támogató foratókönyvekre a másik példát, az izraeli turisztikai és közlekedési minisztériumok, valamint a repülőtereket felügyelő hatóság szakemberei által 1983-ban készített, a turizmus jövőjével kapcsolatos szcenáriók szolgáltatják (Doorn [1986]). Bár az előretekintési horizont meglehetősen rövid, mindössze egyetlen év volt, a kutatók számos faktort vettek figyelembe - a turizmust generáló fő országok gazdasági helyzetétől kezdve a libanoni válságon keresztül az iparágot támogató marketingtevékenységig. Magyarországon Hideg és Nováky végeztek átfogó elemzést a szakképzési rendszer fejlesztési lehetőségeiről (Hideg-Nováky [1998a]). Az elemzés eredményei használhatók a rendszer struktúrájának kialakítására vonatkozó döntéseknél valamint a szakképzés, -mint az oktatás-kutatási ágazat eleme- szerepének kijelölésénél. A szerzők két foratókönyvet, illetve az egyikhez két alváltozatot dolgoztak ki általános társadalmi jövőmodellek alapján. Emellett, az Egyesült Államok, az EU, Japán és Dél Afrika szakképzés-fejlesztési stratégiáit vizsgálva a nemzeti integrációs programban két fő koncepciót tartottak lehetségesnek, amelyek a kutatás és oktatás eltérő innovációs szerepvállalása alapján különültek el. A szerzők mindkét verziónál két-két alváltozatot azonosítottak. A foratókönyvek és a koncepciók plauzibilis kombinációi alapján két átfogó jövőváltozatot dolgoztak ki, amelyek között a különbséget az képezi, hogy az oktatás-kutatás keresztül megy-e egy funkcióváltáson vagy fejlődését a más ágazatokban indukálódott igényekhez való rugalmas alkalmazkodás határozza meg. A jövőváltozatokban további elágazások jelennek meg aszerint, hogy a funkcióváltás milyen strukturális változásokkal jár az iskolarendszerre nézve, valamint az igényekhez való alkalmazkodás az iskolarendszer dualitásának fokozódásával vagy a minőségi tömegoktatás kialakulásával megy végbe. A kutatás kiterjedt a szakképző iskolák tanárainak és a munkaadók véleményének felmérésére is, amelyek további lehetséges fejlődési irányokat határoztak meg az átalakulás irányításának szintjének és az iparági-, illetve a piaci struktúra alakulásának függvényében. Az eredményeket a szerzők két komplex jövőalternatívában összegezték. Másik magyar ágazati példaként az egészségügyi rendszer említhető, ahol az ágazat szerkezetének átalakulási lehetőségeit vizsgálták Giadi és kutatótársai a 80-as években. A kutatók három lehetséges alternatívát dolgoztak ki, a struktúra átalakulásának függvényében (Gidai [1990]). Az egyes változatok magukban foglalják azokat a cselekvéseket, intézkedéseket és tendenciákat, amelyek a megvalósulásuk esetén bekövetkeznek. A kutatók az egyes változatok bekövetkezési valószínűségének becslése mellett azok következményeit is vizsgálták olyan paraméterek tekintetében, mint például a mortalitás, a megelőzés hatékonysága, kórházi és körzeti orvosi ellátás hatékonysága.

Nagyfokú bizonytalanságot hordoznak magukban az információs és kommunikációs szektorban korábban nem tapasztalt sebességgel történő változások, és az itt zajló folyamatok, a társadalmi-, gazdasági élet szélesebb területeire gyakorolt hatásai. Erre reagálnak az iparágot különböző szempontok szerint vizsgáló, szcenáriók készítésén alapuló kutatások. Randall [1997] négy foratókönyvet dolgozott ki az Internet lehetséges jövőjére vonatkozóan, amelyek elsődlegesen a hálón értékesített

szolgáltatások fogyasztási struktúráját és a fogyasztói magatartást vázolják fel. Az alternatív jövőképek a fogyasztók összetétele, az interaktivitás, a szolgáltatások funkciói és a márkázási stratégiák alapján válnak el egymástól. Wilson III [1998] a keresleti oldal helyett az IT szektor kínálati oldalának jövőjét vizsgálta négy forgatókönyv segítségével, amelyek aszerint alakulnak ki, hogy milyen lesz a domináns technológia, hogyan alakul az egyes termékek és szolgáltatások kereslete, mennyire lesz stabil a világpolitikai helyzet, mennyiben lesz egységes a nemzetközi szabályozás, illetve milyen lesz a versenyszerkezet az iparágban. A szektoron belül az interaktív TV ágazatának jövőjére vonatkozó kutatás eredményeit publikálta Jacobs és Dransfield [1998]. Az alternatív piaci szerkezeteket felvázoló négy forgatókönyv olyan tényezők mentén alakult ki, amelyek között technológiai-kompatibilitási elemek, a szolgáltatók közötti verseny és az arra vonatkozó várakozások, illetve a követett marketingstratégiák egyaránt megtalálhatók. Az információs és kommunikációs technológia fejlődésének a következményeit elemzik Cairns és szerzőtársai [2002] is. A kutatás itt nem az IT szektorra vonatkozik, hanem annak a kormányzati szolgáltatásokra gyakorolt hatásaira. Ezt a szerzők az önkormányzatok szolgáltatásaival együtt, külön iparágként értelmezik. A kutatás négy forgatókönyvet eredményezett, amelyek a hatalom központi és lokális szintek közötti megoszlása, a technológiai fejlődés gyorsasága és eredményeinek az intézmények és a szolgáltatásokat használó egyének mindennapi életébe való beépülése mentén alakultak ki.

2.1.4 Vállalati scenáriók

A vállalatok által készített scenáriókra az egyik kiemelkedő példát a Shell két globális forgatókönyve; a „Fenntartható Világ” és „Globális Merkantilizmus” szolgáltatja, amelyek globális és regionális politikai-, gazdasági-, valamint környezeti tényezők alapján határozódnak meg (Kahane [1992]). Maga a vállalat scenárió elemzést szervesen beépíti a stratégiaalkotási folyamatba, és a témák időről időre változnak aszerint, hogy melyek a döntéshozók számára aktuális kérdések (Schoemaker-Heijden [1993]). Ugyanebből az iparágból hozhatók példának a norvég Statoil vállalat által készített forgatókönyvek, amelyekben az energiapiac struktúrája, a norvég gazdaság helyzete, a technológiai fejlődés gyorsasága és jellege játsszák a kulcsszerepet (Stokke és szerzőtársai [1990]). A British Airways-nél, a Corporate Strategy Department 1994 és 1995 között próbálta ki először a scenárió készítést (Moyer [1996]). A projektben két forgatókönyvet dolgoztak ki számos iparági-, politikai-, és gazdasági tényező lehetséges alakulására alapozva. A gyakorlati alkalmazások között említhető még a holland KPN Telecom, amely a korábbi állami telefontársaság privatizációjával jött létre. A társaság a marketingstratégiák támogatására négy forgatókönyvet dolgozott ki, amelyek a lakossági felhasználók magatartását elemezték a társadalmi-kulturális dimenziók mentén (Mante-Meijer és szerzőtársai [1998]).

Az összes alkalmazáshoz képest a feldolgozott irodalomban viszonylag kevés vállalati példa található. Mindez azonban nem jelenti azt, hogy elhanyagolható lenne ezeknek az alkalmazásoknak száma. Gausmeier és szerzőtársai [1998] statisztikai kutatásokra hivatkozva rámutattak, hogy a nyolcvanas évek elején a „Fortune 1000” listán szereplő

vállalkozások 15% és 40% közötti arányban használtak forgatókönyveket a döntéshozatal támogatására. Németországban ez az arány 26%, a nyolcvanas évek végén. Magyarországon Nováky és Hideg végzett kérdőíves felmérést a 200-as toplistába került nagyvállalatok jövőorientáltságának vizsgálatára 1997-ben. A visszaküldési arány 30%-os volt, és a válaszoló nagyvállalatok 34%-áról mondható el, hogy esetenként vagy rendszeresen használ forgatókönyveket a jövő elemzésénél (Nováky-Hideg [1998]). A válaszadók ugyanakkor jóval nagyobb arányban élnek a szakértők megkérdezésének lehetőségével, a brainstorming technikával, más intuitív módszerrel illetve trend extrapolációval. A szerzők ennek egyik fő okát abban látják, hogy a jövő elemzésére alkalmas módszertan a jövőkutatással foglalkozó tárgyak keretében kerül oktatásra, amelyek általában nem kötelező jellegű tantárgyak a gazdasági képzéseken. A szolgáltató vállalatok jövőorientáltságát a szerzők 1998-ban vizsgálták reprezentatív felmérés keretében (Hideg-Nováky [1998b], Nováky-Hideg [1998]). Eredményeik alapján a szolgáltató vállalatok négyötöde használ előrejelzéseket. Amennyiben azokat maguk a vállalatok készítik, ebben a körben is az intuíción alapuló megbeszélések, a brainstorming és a trendek extrapolálása dominál a módszerek között, a forgatókönyveken alapuló elemzés kevésbé ismert.

A forgatókönyvek alkalmazását a vállalati gyakorlatban elsősorban a stratégiaalkotást jellemző bizonytalanság indokolja. A stratégiai döntések erőforrásallokációt és a cselekvési irány meghatározását is jelentik, amelyek sikeressége a vállalati környezet jövőbeli állapotától függ. Az ebből fakadó bizonytalanságban pedig ugyanúgy meghatározó szerephez jut a politikai-, társadalmi-, és kulturális elemek alkotta komplex, a struktúrájában változó rendszer, mint az ennél szűkebben értelmezett piaci környezet (Elenkov [1997]). Mindez független attól, hogy mekkora a vállalat mérete, illetve a piac, amelyen versenyez. Foster [1993] igen szemléletes és részletes példán keresztül mutatja be, hogyan játszanak szerepet a társadalmi-, politikai-, és gazdasági faktorok a szűk lokális piacon működő kisvállalkozások stratégiáinak sikerességében. Phelps és szerzőtársai [2001] két iparágra vonatkozó empirikus kutatásainak eredményei tovább erősítik ezt, kimutatva, hogy a forgatókönyvek alkalmazása a stratégiaalkotásban iparágtól függetlenül javítja a pénzügyi teljesítményt.

Becker [1983], a vállalatok tekintetében a scenáriók felhasználásának három lehetséges módját emeli ki, amelyek a következők:

az egyes stratégiák teljesítményének értékelése a forgatókönyvek által felvázolt különböző környezeti feltételek alatt,
annak felmérése, hogy a különböző cselekvési irányok mennyiben járulnak hozzá vagy előzik meg azokat a körülményeket, amelyeket az egyes scenáriók megjelenítenek,
közös gondolkodási, ismereti keret megteremtése a tervezésben résztvevő különböző csoportok vagy egyének számára.

Az első pontban megfogalmazott felhasználási mód kibővíthető a különböző stratégiák várható értéken alapuló összehasonlító értékelésével, ha azok teljesítménye mérhető diszkontált hozamsorral vagy olyan hasznossági függvénnyel, amelyben megjelennek a döntések optimális voltát meghatározó faktorok, illetve ha meghatározható az egyes forgatókönyvek bekövetkezési valószínűsége (Whipple III [1989], Nair-Sharin

[1979]). Kristóf [2003b] közelítésében a teljesítményokozó vagy értékteremtő tényezők alakulására építve olyan teljesítményszcenáriókat lehet kidolgozni, amelyekre elkészíthetők a pénzügyi kimutatások, pénzügyi tervek. Mindez lehetővé teszi a stratégiák értékelését is. Bár nem tisztán kvantitatív formában, de a Godet [2000] által kidolgozott, scenáriókon alapuló tervezési folyamat is tartalmazza azt a szakaszt, amelyben a stratégiákat az egyes forgatókönyvek alapján több kritérium szerint értékelik.

Az előzőekkel ellentétben, nem a már kidolgozott cselekvési irányok közötti választást, hanem a maguknak a stratégiáknak a megalkotását alapozzák a forgatókönyvekre az Imre [1996], illetve a Gausmeier és szerzőtársai [1998] által tárgyalt alkalmazások. Ezek lényege, hogy a vállalat olyan stratégiát készítsen, amely a kockázatvállalási hajlandóságától függően a legnagyobb hasznot ígérő forgatókönyv által megjelenített környezeti feltételek kiaknázását, vagy a legnagyobb fenyegetést ígérő forgatókönyv által megjelenített hatások csökkentését, vagy a kockázat kiegyensúlyozását célozza.

Rubenstein [2000], a forgatókönyvek szerepét a stratégiai víziók kialakításának támogatásában látja. A gyakorlati példát erre, a Shell által alkalmazott stratégiai menedzsment rendszere szolgáltatja, ahol a hangsúlyt a bekövetkezési valószínűségekkel el nem látott scenáriók készítése és megtárgyalása során tapasztalható tanulási folyamatra, valamint az interakcióra helyezik (Hadfield [1990,1991], Galer-Heijden [1993]). Az alkalmazás során a forgatókönyveket a területen érintett menedzserek műhelymunkák során tárgyalják, közösen formálva az adott egység stratégiai vízióját.

A gyakorlati alkalmazásokkal foglalkozó irodalmat áttekintve láthatjuk, hogy a scenárió készítés, mint módszertan a jövő kutatásban, a politikaformálásban és a vállalati stratégiaalkotásban egyaránt szerepet kap, így egy széleskörű alkalmazási lehetőségekkel rendelkező metodológia képezi további vizsgálatunk tárgyát. A következőkben az irodalom feldolgozását, a módszertani kérdéseket tárgyaló publikációk áttekintésével és az ismertetett technikák kritikai értékelésével folytatjuk.

2.2 A scenáriók készítésre kidolgozott technikák áttekintése

A forgatókönyvek készítési technikáira vonatkozó irodalom áttekintését célszerű úgy elvégezni, hogy a publikált módszereket szembeállítjuk azzal a kritériumrendszerrel, amely a scenáriókon keresztül elemzett terület jellegzetességeiből adódik. Az 1. fejezetben megfogalmaztuk, hogy a jövő scenáriókon alapuló vizsgálata akkor előnyösebb a hagyományos előrejelzési eljárásokkal szemben, ha az elemzés területe olyan komplex, dinamikus és nyitott rendszerként írható le, amelyben fennáll a kvalitatív változások lehetősége többek között azáltal, hogy a fejlődés függ a társadalmi szereplők várakozásaitól, jövőre vonatkozó értékeléseitől, érdekeik érvényre juttatásától. Mindezek alapján felállíthatunk egy az elemzési technikára vonatkozó kritériumrendszert, amelynek megfelelően az alkalmassá válik a rendszer

felsorolt tulajdonságainak kezelésére. Pontokba szedve, az alábbi feltételek fogalmazhatók meg:

- A. Az elemek közötti kapcsolatokra nézve nem állnak fenn önkényesen megszabott mennyiségi korlátok. Másként fogalmazva, az alkalmazott módszernek képesnek kell lennie az olyan rendszerek kezelésére, amelynek minden egyes eleme kapcsolatban áll az összes többivel. Technikailag ez azt jelenti, hogy az elemek állapotát kifejező változók nem oszthatók egyértelműen független és függő kategóriákra.
- B. A kapcsolatokra nézve nem állnak fenn önkényesen megszabott minőségi korlátok. Mindez akkor merülne fel, ha nem tennénk lehetővé, hogy egy rendszerem egy rögzített értéknél nagyobb vagy kisebb hatóerővel rendelkezzen, vagy az állapotának figyelembevételével meghatározott hatásának nagysága nem lehetne egy adott értéknél magasabb vagy alacsonyabb. Praktikusan fogalmazva, fenn kell tartani a lehetőségét annak, hogy egy elem értelmezhető összes állapota közül bármelyiknek a hatására egy másik elem az értelmezhető összes állapotának bármelyikét felvehesse.
- C. Az elemek közötti kapcsolatok megváltozásán keresztül fennáll a lehetőség a struktúra megváltozására. A kritérium annak a biztosítását jelenti, hogy az időben előrehaladva egy elem adott állapota következtében egy másik elem olyan állapotot is felvehet, amelyet egy új, a korábbi leírás alapján nem értelmezhető kapcsolat vált ki.
- D. Az egyes elemek állapotában valamint a kapcsolatokban végbemenő változások oksági alapon következnek be. Az oksági alap időrendiséget feltételez, hiszen a kiváltó oknak meg kell előznie a következményt. Ennek megfelelően a szcenáriók készítésére alkalmazott technikának dinamikusnak kell lennie annyiban is, hogy a rendszer elmeinek állapotát és kapcsolatrendszerét részben az előző időpontok állapotainak és kapcsolatrendszerének a függvényeként kezelje. Emellett, azokat a területeket, amelyekben akár társadalmi, akár azzal kapcsolatban álló rendszerként megjelenik az emberi tényező, egyfajta jövőorientáltság jellemzi annyiban, hogy a döntéseket illetve cselekvéseket befolyásolja azok jövőbeli következménye. A technikának ezért biztosítania kell azt, hogy a vizsgálat tárgyát képező terület lehetséges jövőbeli állapotai megjelenjenek a jelenlegi fejlődési irányokat befolyásoló tényezők között.
- E. Fennáll a lehetősége annak, hogy az időben előrehaladva egyes elemek elvesztik a befolyásoló képességüket vagy eliminálódnak a rendszerből, ugyanakkor más, korábban nem befolyásoló elemek hatni kezdenek vagy új elemek jelennek meg. Ha technika biztosítja a kapcsolatok megváltozásának a lehetőségét, továbbá nem támaszt korlátot a hatóerőre vagy a hatás nagyságára vonatkozóan, egyben biztosítja a befolyásoló képesség megjelenését vagy elvesztését is. Ezeken túlmenően kell biztosítania annak lehetőségét, hogy egy elem eliminálódjon vagy megjelenjen a rendszerben.
- F. Fenn kell tartani annak a lehetőségét, hogy a vizsgált terület különböző pontokon kapcsolódjon a tágabb környezetéhez. A forgatókönyvek készítésére alkalmazott technikának ezért a rendszert nyitottként kell kezelni abban az

értelemben, hogy állapotát, - elemeinek állapotát valamint a struktúráját - olyan tényezők is befolyásolhatják, amelyeket nem foglaltunk bele.

A következőkben tehát annak a vizsgálatára törekszünk, hogy a forgatókönyvek készítésének különböző, ismert módszereit alkalmazva mennyiben teljesülnek a megfogalmazott kritériumok. Az áttekintés eredménye remélhetőleg választ ad arra a kérdésre, hogy az alkalmazott eljárások mennyiben képesek az erősségeiket és hátrányaikat figyelembe véve, a dinamikus és komplex rendszerek jövőjének vizsgálatával kapcsolatos jellegzetességek kezelésére, hagynak-e megválaszolatlan kérdéseket, azaz van-e hely a módszertani fejlesztés számára.

A szcenárió technikával foglalkozó szerzők között hosszú idő óta egyetértés mutatkozik abban, hogy nem létezik egy vagy több olyan egységes módszer, amelyeket standardként tekinthetünk a jövőkutatásban vagy a vállalati környezet elemzésénél (deLeon [1973], Mitchell-Tydeman-Georgiades [1979], Masini-Vasquez [2000], Coates [2000], Schnaars-Ziamou [2001]). Néhány kutató kísérletet tesz az egyes eljárások kategorizálására, azonban különböznek egymástól a rendező szempontok, így e tekintetben sem beszélhetünk egységességről. Mitchell, Tydeman és Georgiades [1979] a forgatókönyvek készítésének heurisztikus, szimuláción alapuló és a matematikai programozás eszközeit használó módszereit különítik el. Zentner [1982] két szempontrendszer szerint is csoportosít. Az egyik oldalról elkülöníti a szcenáriókészítés konszenzuson, iteratív eljárásokon, és kölcsönhatás elemzésen alapuló módszereit. Ezek mellett megkülönbözteti a formalizált modelleken alapuló „hard”, és a rendszer elemei közötti kapcsolatokat nem függvények formájában kifejező „soft” eljárásokat. Nem tárgyalja ugyanakkor a két rendezőelv alapján történő csoportosításból adódó átfedéseket. Huss [1988], valamint Li, Ang és Gay [1997] az intuitív logikára, a trendek közötti hatások vizsgálatára, illetve a kölcsönhatás elemzésre épülő metódusok között tesznek különbséget. Gidai [1990] a matematikai modelleket és számítógépeket alkalmazó „kemény”, és a lényegében intuitív és leíró jellegű „puha” módszereket különíti el. Az első kategóriába a szerző Forrester által kidolgozott rendszerdinamikát használó eljárásokat, míg az utóbbiba a Dephi technikára, a hatás-ellenhatás elemzésre vagy a verbális megfogalmazásra épülő módszereket sorolja. Sapio [1995] olyan csoportosítást használ, amelyben keveredik a módszertan az alkalmazási céllal. Külön kategóriaként határozza meg az empirikus kutatási eredményekre építő módszereket, a vállalati környezetelemzéshez használatos, és a jövőkutatás céljaira készült forgatókönyveket. Végezetül Masini és Vasquez [2000] az intuitív logikára építő, a Godet [1987] által kidolgozott módszeren és továbbfejlesztésein alapuló matematikai formulákat használó, valamint a döntésorientált módszereket rendezi egy-egy csoportba. Mindezek alapján nehéz olyan kategóriarendszer kialakítása, amelyben egységesen rendezhetők a felsorolt csoportosítások. Egy megoldás lehet, ha a kategóriákat nem a forgatókönyvek elkészítésének teljes folyamata, hanem az egyes változatok generálásához felhasznált módszerek szerint képezzük és megpróbáljuk a felsorolt csoportosításokat ennek megfeleltetni. Így, a következő kategóriákat határozhatjuk meg:

Formalizált modellek alkalmazásával készített forgatókönyvek: amelybe azok a módszerek tartoznak, amelyeket Zentner a formalizált, Mitchell és szerzőtársai a szimuláción alapuló, Gidai a matematikai modelleket és számítógépeket alkalmazó „hard”, Sapio az empirikus eredményekre építő csoportokba sorolnak.

Intuitív, logikai úton készített forgatókönyvek: amelybe egyértelműen beletartoznak a Mitchell és szerzőtársai által a heurisztikus, és a Huss, Li és szerzőtársai, valamint Masini és Vasquez által ugyanezen a néven illetett kategóriákba eső módszerek. Ebbe a kategóriába tartoznak a Gidai által intuitív és leíró jellegű „puha” módszereknek nevezett technikák. Idesorolhatjuk továbbá azokat az eljárásokat is, amelyeket Zentner „konszenzuson” alapulóként kategorizál, mert a kialakításukhoz alkalmazott eszköztár -leginkább a csoportos kommunikáción alapuló módszerek-, az intuíción épít. A szerző másik szempont szerinti csoportosítása két eljárást említ, a Delphi-t, és a kölcsönhatás elemzést. Önmagában alkalmazva a Delphi a szubjektív értékítélet kifejezésére és összehangolására alkalmas, így ebbe a kategóriába tartozik. Hasonlóképpen ebbe a kategóriába tartoznak a Masini és Vasquez által „döntésorientáltként” tipologizált technikák, mert azok a szcenáriók készítésének Shell-SRI intuitív, logikai modelljén alapulnak.

Kölcsönhatás elemzés alkalmazásával készített forgatókönyvek: amelybe a Mitchell és szerzőtársai által a matematikai programozásra alapuló, és a Masini és Vasquez által a matematikai formulák használatára épülő kategóriákba sorolt eljárások tartoznak, mert ezek a Duperrin és Godet által 1975-ben már publikált, kölcsönhatás elemzést felhasználó módszer továbbfejlesztéseit jelentik (Duperrin-Godet [1975]). Ebbe a csoportba sorolhatjuk a többi szerző megegyező kategóriába tartozó módszereit is.

Trendek hatásainak elemzésével készített forgatókönyvek: amelybe a Huss, valamint Li, Ang és Gay által megegyező kategóriákba sorolt eljárások tartoznak.

A kialakított kategóriarendszert az alábbi összefoglaló táblázat szemlélteti.

2.2-1. Táblázat: A scenáriókészítés technikáinak egységesített kategóriarendszere

<i>Formalizált modellek</i>	<i>Intuitív, logikai módszerek</i>	<i>Kölcsönhatás elemzés</i>	<i>Trendek közötti hatások elemzése</i>
<i>Zentner</i> : formalizált módszerek	<i>Mitchell és szt.</i> : heurisztikus módszerek	<i>Mitchell és szt.</i> : matematikai programozásra épülő módszerek	<i>Huss</i> : trendek hatásának elemzése
<i>Michell és szt.</i> : szimulációra épülő módszerek	<i>Huss</i> : intuitív logikára épülő módszerek	<i>Zentner</i> : kölcsönhatás elemzés/soft módszerek	<i>Li és szt.</i> trendek hatásának elemzése
<i>Gidai</i> : matematikai modelleket és számítógépeket alkalmazó „kemény” módszerek	<i>Li és szt.</i> : intuitív módszerek	<i>Huss</i> : kölcsönhatás elemzés	
<i>Sapio</i> : emirikus vizsgálatokra épülő módszerek	<i>Gidai</i> : intuitív és leíró „puha” módszerek	<i>Li és szt.</i> : kölcsönhatás elemzés	
	<i>Zentner</i> : konszenzus/Delphi-soft módszerek	<i>Masini és szt.</i> : matematikai formulákat használó módszerek	
	<i>Masini és szt.</i> : intuitív módszerek		
	<i>Masini és szt.</i> : döntésorientált módszerek		

A csoportosításból kimaradt Zentner „iteratív módszerek” elnevezésű kategóriája, valamint Sapio futurológiára és vállalati környezetelemzésre vonatkozó csoportjai. Az első esetben az indok az, hogy az iteráció egyaránt alkalmazható a modellezés, a konszenzusteremtő, -elsősorban intuícióra vagy logikai megfontolásokra alapuló eljárásoknál, valamint a kölcsönhatás elemzés technikáinál, így nem igazán használható csoportképző ismérvként. Sapio kategóriáiról ehhez hasonlóan elmondható, hogy az alkalmazási terület önmagában nem határozza meg a módszertant, így csoportjai sem az egységesített, sem a többi szerző által meghatározott kategóriarendszerekbe nem illeszthetők be.

A következőkben a tárgyalt kategóriákra vonatkoztatva végezzük el a módszerek szembeállítását a megfogalmazott kritériumokkal.

2.2.1 *A forgatókönyveket formalizált modellek felhasználásával létrehozó eljárások*

Egy rendszer különböző lehetséges állapotai előállíthatók dinamikus üzleti-, közgazdasági-, vagy egyéb makro-modell alkalmazásával is. Minderre jó példát szolgáltatnak a Forrester-féle rendszerdinamikára épülő világmodellek (Zentner [1982], Gidai [1990], Jörgensen [1992]), vagy a különböző kiinduló feltételek figyelembevételével készített, prognosztikai módszerekre alapuló előrejelzések (Sapio [1995], Cserhádi-Erni-Keresztély [2004]). A menedzsment területén, a Chandler és Cockle [1982] által kidolgozott vállalati tervezési rendszerben a környezeti állapotokra vonatkozó alternatívák kialakítása szerves részét képezi a tervezési folyamatnak. A kiindulópontot itt is a vállalati működést, illetve annak környezetét alkotó tényezőket magába foglaló modell megalkotása képezi, amelynek paraméterei vagy változói különböző értékeket vesznek fel az eltérő előfeltevések függvényében. A jövőre vonatkozó alternatívák formalizált modellek felhasználásával történő előállítása összességében olyan szimuláció, amely során az egyes változatok a modell-változók értékeire, esetleg a változók közötti összefüggéseket megjelenítő formulák paramétereire vonatkozó, eltérő alapfeltevések következtében jönnek létre.

Mindezt szembeállítva a megfogalmazott kritériumrendszerrel megállapíthatjuk, hogy a szimulációs eljárások egyértelműen megfelelnek a *B* és az *F* pontok feltételeinek. A *B* pont esetében a korlátok a változóértékek mellett kapcsolatokat leíró formulákra vagy azok paramétereire vonatkoznak. A kapcsolatokat leíró formulák a modellkészítés során szabadon választhatók és kombinálhatók, korlátokat maximum az eredményekkel szemben támasztott racionalitási kritériumok szabnak. Ugyanez vonatkozik a kapcsolatokat leíró formulák paramétereire is, amelyek az elemek hatásának erősségét befolyásolják. Mindezek mellett a modellek nyitottak lehetnek abban az értelemben, hogy a külső hatások érvényre juttatása megoldható valamely változó értékének, kapcsolati formulájának vagy a formula paramétereinek önkényes, azaz nem a modellből fakadó megváltoztatásával.

Nem felelnek meg ugyanakkor az *A* pontnak azok a modellek, amelyek -mint például a Chandler és Cockle [1982] által bemutatott módszer-, a környezet alternatív állapotait a független változókra vonatkozó eltérő előrejelzések eredményeinek, a függő állapotváltozókkal fennálló kapcsolatrendszeren keresztül történő átvezetése alapján generálják. Hasonlóképpen, lehetetlen a feltétel kielégítése olyan modellek esetében, amelyek egyetlen időperiódussal dolgoznak, mint például a Huss [1988] által hivatkozott energetikai előrejelzésre kidolgozott modellek. Ebben az esetben ugyanis nincs lehetőség a visszacsatolási körök alkalmazására, azaz az elemző rákényszerül arra, hogy az alternatívákat független változók alapján generálja.

A *C* pont kritériumának való megfelelés ugyan elméletileg lehetséges a dinamikus modellekben, gyakorlatilag azonban nagyon nehezen oldható meg a szimuláció során. Amennyiben a kapcsolatok statisztikai módszerekkel kerültek megállapításra, így a regressziós függvényen keresztül jutnak érvényre és a jövőben maga a kapcsolati forma változik, az elemzőknek ezt a függvényt kell helyettesíteni. Ez gyakorlatilag azt

jelenti, hogy az alkalmazóknak történeti adatok hiányában végtelen sok lehetőség közül kell megtalálniuk egy olyan konkrét függvényformát, amely a változók értelmezési tartományainak bármely szakaszában megfelelő precizitással fejezi ki a fennálló viszonyt, továbbá logikusan következik valamilyen hatás érvényre jutásából. Ugyanez a probléma másként merül fel, ha már a jelenleg fennálló kapcsolatokban is szerepelnek olyan befolyásoló tényezők, amelyekre nézve nem áll rendelkezésre megfelelő minőségű vagy mennyiségű adat a statisztikai elemzéshez, vagy a kapcsolatok jellegükből adódóan nem fejezhetők ki megfelelően a statisztikai eszköztárral. Ezekben az esetekben a logikai úton meghatározott hatásmechanizmus miatt a modellek az intuíción alapulnak. A formalizáltság kényszere viszont kizárhatja a modellalkotásból azokat a potenciális résztvevőket, akik intuícióikat tekintve eredményesen járulhatnak hozzá a folyamathoz, de nem rendelkeznek a szükséges matematikai képességekkel. Erre utal Kristóf [2005], aki szerint a matematikai modellezés túlsúlya kiszorítja azokat a kvalitatív ismérveket és szakértői véleményeket, amelyek szükségesek a minőségében eltérő jövőalternatívák feltárásához, illetve Nováky [2001b] aki megállapítja, hogy a verbális modellekbe belefoglalhatók a szakértők olyan ismeretei is, amelyek nem jelennek meg a formalizált matematikai modellekben.

A *D* pontban megfogalmazott kritériummal kapcsolatban azt mondhatjuk, hogy azt nem elégítik ki azok a több időszakkal dolgozó modellek, amelyeknél a változók értékei nem az előző időszakok állapotainak függvényében alakulnak, mert ezekben az esetekben nem beszélhetünk oksági viszonyról. A jövőre vonatkozó várakozások által indukált cselekvések elvileg beépíthetők a forgatókönyvek készítésének folyamatába, ha a társadalmi szereplők képviselői részt vesznek abban, és a cselekvéseik eredményeit rögzíteni tudjuk a modell valamely változóértékének, paraméterének vagy kapcsolati formulájának megváltoztatásával. A nehézséget a gyakorlati oldalról az előző pontnál említettek okozzák, azaz a modellezés során konkrét értékek vagy formulák meghatározására van szükség, jelen esetben egy olyan szituációban, ahol történeti adatok nagy valószínűséggel nem állnak rendelkezésre.

Végezetül, az *E* feltételnek való megfelelés biztosítható azzal, hogy a modell változóértékeit vagy kapcsolati leírásait változtatjuk valamely, abban nem foglalt tényező érvényesülésének határára. Új tényező megjelenése esetén azonban problémát jelent a hatás eredményének definiálása, azaz a szakértőknek meg kell határozni azt a pontos változóértéket, illetve kapcsolati paramétert vagy formulát, amely a korábbi állapothoz képest kialakul.

A formalizált modellezés kapcsán külön érdemes szólni a káoszszámítások alkalmazási lehetőségeiről. A kaotikusan viselkedő rendszerek modellezése segít a lehetséges jövők új típusainak keresésében és leírásában. A forgatókönyvek készítésére való alkalmazhatóság kapcsán azonban hangsúlyoznunk kell, hogy a káoszszámítások a determinisztikus egyenletekkel leírható rendszerek szabálytalan viselkedésének modellezésére alkalmasak, a differenciálegyenletekkel leírt komplex rendszerek káoszba való átmenetét és lehetséges jövőbeli állapotait képesek megmutatni (Nováky [1998]). Mindez szűkíti az alkalmazási területeket.

2.2.2 *A forgatókönyveket intuitív, logikai úton előállító eljárások*

Az intuícóra építő eljárások egyik közös jellemzője, hogy nem törekednek a rendszer elemei közötti kapcsolatok formalizált kifejezésére, mindössze az oksági viszony léteire koncentrálnak. A forgatókönyvek a vizsgált rendszer elemeinek lehetséges állapotait legtöbbször események formájában jelenítik meg (az események kifejezhetik azt is, hogy egy változó valamilyen értéket felvesz), az oksági kapcsolatot pedig az jelenti, hogy egy adott esemény azért következik be, mert korábban egy vagy több másik esemény is bekövetkezett. Közös jellemzőt találunk a scenáriók készítésének folyamatában is, nevezetesen az eljárásokban hangsúlyos szerephez jut a nyílt kommunikáción alapuló műhelymunka jellegű (Mercer[1998], Islei-Lockett-Naudé[1999]) vagy az irányított kommunikáción és anonim szavazáson alapuló csoportmunka (Blanning-Reinig [1998]). Ennek megfelelően a módszerek tartalmazzák a csoportos kommunikációt és döntéshozatalt támogató eljárások vagy eszközök elemeit is. A csoportos kommunikációt támogató technikák tárháza igen gazdag, ezért felhasználásuk alapján nem azonosíthatók a forgatókönyvek intuitív módszerekkel történő előállításának kategóriái.

Az intuitív módszerek egyszerűbb változatait mutatja be Amara és Lipinski [1983], amelyek a meghatározott események bekövetkezési valószínűségének becslésére illetve az adatok aggregálására alapulnak. Kristóf [2002a] részletesen mutatja be a GBN (Global Business Network) stratégiai tanácsadó cég által kidolgozott intuitív módszert, amely a felhasználó döntéseit meghatározó tényezők illetve az ezeket befolyásoló bizonytalan elemek eltérő jövőbeli alakulásának dimenziói mentén képez forgatókönyveket. Heijden [1996] a scenáriók készítését tárgyaló könyvében elkülöníti az induktív és deduktív módszereket, ami jól használható arra, hogy az intuitív kategóriákra vonatkozóan fogalmazzunk meg általános megállapításokat. Az induktív eljárást alkalmazva a forgatókönyvek a rendszer elemeinek lehetséges állapotaira vonatkozó, események formájában megfogalmazott állítások logikai és időrendi összekapcsolásával jönnek létre, csoportos műhelymunkák során. A scenárió változatok úgy generálhatók, hogy meghatározott elemek jövőbeli állapotaira eltérő megállapításokat fogalmazzunk meg, és ezekhez kapcsoljuk a többi elemre vonatkozó, a megállapításból logikusan következő állapotot tükröző eseményt. Ehhez előzetesen azonosítani kell azokat az elemeket, amelyek hatásuk tekintetében kulcsfontossággal bírnak a jövő alakítása szempontjából, vagyis különböző lehetséges jövőbeli állapotaik eltérő, a felhasználó szempontjából egyenként jelentőséggel bíró információt hordozó forgatókönyvekhez vezetnek. Az ilyen kulcstényezők azonosításához a szerző nem javasol formalizált technikát, így az alternatívákat generáló kulcstényezők szintén intuitív folyamat eredményeként határozódnak meg. A műhelymunka technikai elemeiben eltérő, de céljában azonos eljárást közöl Imre [1996], valamint Rixer és Tóth [2001]. A különbség elsősorban abban áll, hogy e két közelítés külön foglalkozik a kulcsváltozók lehetséges értékeire vonatkozó feltevésekkel. Az alternatívák köréből kizárják a különböző elemek állapotaira vonatkozó, együttesen inkonzisztenciához vezető feltevéseket. Kristóf eltérő fogalomhasználatban, a GBN módszerének ismertetésénél forgatókönyv változatokat a jelentőséggel bíró és leginkább bizonytalan

tényezőkre alapozva állítja elő, amelyeket kritikusan bizonytalan tényezőknak nevez^a (Kristóf [2002a, 2002b]).

A deduktív módszer tulajdonképpen a Shell-SRI, intuitív forgatókönyv készítési modelljét jelenti, amelyet Huss [1988] lépésenként mutat be, valamint Coates [2000] illetve Schnaars és Ziamou [2001] vállalat-független, általánosan értelmezhető folyamattá alakít át. Az eljárás alkalmazása során abból az alapfeltételezésből indulunk ki, hogy az elemző számára jelentőséggel bíró, illetve az ezeket alakító tényezők lehetséges jövőit vizsgálva előre felvázolhatók azok a főbb, egymástól eltérő irányvonalak, amelyek a vizsgálatot végző szempontjából érdeklődésre tarthatnak számot. Ezek az irányvonalak jelentik a potenciális forgatókönyveket. A feladat, az elemek lehetséges állapotaira vonatkozó feltevéseket események formájában megfogalmazó állítások rendezése az egyes forgatókönyvek által jelentett csoportokba úgy, hogy kimutathatók legyenek a közöttük fennálló ok-okozati összefüggések. Amennyiben a rendszerezés nem sikerül, új irányvonalakat kell megszabni. A folyamat addig tart, míg a rendszerelemek valamennyi, az elemzést végző szempontjából lényeges állapotára vonatkozó állítás bekerül valamelyik forgatókönyvbe.

Az intuitív eljárásokat a kritériumrendszerrel szembeállítva elmondhatjuk, hogy azok megfelelnek a *C* és *E* pontokban megfogalmazott követelményeknek. Az induktív módszerek esetében a kapcsolati forma megváltozása leképezhető azzal, hogy az esemenyláncba egy erre utaló elemet illesztünk, és a forgatókönyvek felépítését ennek megfelelően folytatjuk tovább. A deduktív módszerek esetében pedig lehetőség van arra, hogy a különböző kapcsolati formáknak megfelelően különbözőkép csoportosítsuk az eseményeket vagy változtassuk azok tartalmát, így az eltérő struktúrákat alapul véve, eltérő forgatókönyvekhez jussunk. Az egyes elemek vagy kapcsolatok negligálása, illetve megjelentetése ugyanígy lehetséges az ezekre utaló események megfogalmazásával és az esemenylánc illetve eseményhalmaz ennek megfelelő kiépítésével vagy csoportosításával.

Az *A*, *B*, és *F* pontok tekintetében ezzel ellentétben azt kell mondanunk, hogy azokat nem elégítik ki az intuitív technikák. A kapcsolatok mennyiségi korlátozásához vezet az induktív eljárásoknál, ha az események párosával kerülnek összekapcsolásra a forgatókönyvekben lehetetlenné téve azt, hogy kölcsönösen fejtsenek ki hatást egymásra. Amennyiben például az egyik esemény úgy kerül megfogalmazásra, hogy az olaj hordónkénti ára 20USD alá csökken, a másik pedig azt jeleníti meg, hogy az OPEC 25M hordóban határozza meg a maximális napi kibocsátást, egyértelmű a kettő közötti logikai kapcsolat. A forgatókönyv tartalmazza az olaj árának csökkenését, aminek következtében a kibocsátás egy visszafogott értékre csökken. A scenáriók készítése során azonban nem vettük figyelembe a kibocsátási küszöb hatását arra, hogy az árak a 20USD határ alá csökkennek. Ez első ránézésre indokolatlannak tűnik, hiszen ellentmondana a közgazdasági törvényeknek. Mindazonáltal, ha több tényezőt is figyelembe veszünk elképzelhető, hogy a jövőben kereslet jelentősen csökken az

^a A szerző fogalomhasználatában a „kulcstényező” olyan elem, amely egy döntés sikerességét határozza meg, amit itt a felhasználó számára jelentőséggel bíró tényezőként értelmezhetünk.

energiatermelés szerkezetének megváltozása következtében, továbbá az is, hogy a kibocsátási maximum nem egyedül az olajár függvényeként alakul. Ebben az esetben a 25M hordós napi kitermelési határ éppen a kínálati oldalon jelenthet relatíve nagy mennyiséget, ami az ár csökkenéséhez vezet, befolyásolva ezzel az elsőként megfogalmazott állapotot. Amennyiben a scenáriók készítésének deduktív módszerét alkalmazva, az egyes irányvonalak a vizsgált rendszer meghatározott elemeinek lehetséges állapotai alapján különülnek el, úgy az őket megjelenítő változókat vagy eseményeket függetlenekként kezeljük, lehetetlenné téve azt, hogy elemei legyenek a kölcsönhatások hálózatának. Szemléltetésként egy, Heijden [1996] által is bemutatott példát alkalmazhatunk. Itt a forgatókönyvek készítői abból az alapfeltevésből indultak ki, hogy az információs technológia alapvetően megváltoztatja a társadalmi-gazdasági folyamatokat. A gazdasági növekedés és a társadalmi-gazdasági szféra strukturális átalakulását tekintve azonban bizonytalansággal kell számolni. A forgatókönyvek készítéséhez szolgáló irányvonalakat ez utóbbi két tényező lehetséges állapotait kifejező események kombinációi alkotják. Ez technikailag azt jelenti, hogy a készítők nem veszik figyelembe a közöttük fennálló hatásokat, azaz ebből a szempontból önkényesen függetlenként kezelik őket. A szerző által „Új Gazdaság” névre keresztelt forgatókönyv gazdasági növekedést és strukturális átalakulást jelenít meg, míg a „Társadalmi Felaprózódás” nevű forgatókönyvben a növekvő gazdaság mellett nincs társadalmi átalakulás. A „Sötét Kor” elnevezésű forgatókönyvben mind a gazdasági növekedés, mind a szerkezeti átalakulás elmarad, míg a negyedik scenárióban csak ez utóbbi történik meg. Mindezzel a készítők hallgatólagosan kizárják annak a lehetőségét, hogy a gazdasági növekedés hatással van a szerkezeti átalakulásra, hiszen az éppúgy bekövetkezhet vagy elmaradhat növekvő teljesítmény mellett, mint gazdasági recesszió vagy stagnálás esetén. Továbbmenve, az eljárás nem teszi lehetővé, hogy a gazdasági teljesítmény vagy a gazdasági-társadalmi szerkezet hatása alapján vizsgáljuk az információs technológia fejlődésének jövőbeli lehetőségeit. A forgatókönyvek készítésének deduktív módszerét alkalmazva tehát fennáll annak a veszélye, hogy az elemek közötti kapcsolatokat részlegesen vagy teljes mértékben figyelmen kívül hagyjuk. Erre szolgáltat példát a Blanning és Reinig [1998] által közölt eljárás, ahol a forgatókönyveket meghatározó elvet az jelenti, hogy azok a felhasználó számára pozitív vagy negatív jövőképet képviselnek. A pesszimista scenárióba foglalnak a szerzők minden olyan eseményt, amely magas vagy közepes bekövetkezési valószínűséggel bír és a felhasználó számára nem kívánatos. Az optimista forgatókönyv az ugyanilyen valószínűséggel bíró, de kívánatos eseményeket tartalmazza. A készítés során a szerzők nincsenek tekintettel az események kapcsolataira sem a forgatókönyveken belül, sem azok között. Nem vizsgálják például, hogy az adott forgatókönyvben előfordulhatnak-e együttesen az oda sorolt események, illetve azt, hogy például egy, az optimista forgatókönyv által tartalmazott esemény bekövetkezése nem vonja-e maga után a pesszimista forgatókönyv valamely eseményének bekövetkezését.

Annak ellenére, hogy az intuitív technikákban explicit módon nem jutnak kifejezésre a kapcsolati formák megállapítható, hogy mind az induktív, mind a deduktív eljárások minőségi korlátokat támasztanak azokkal szemben, így nem felelnek meg a *B* pont követelményének. Mindez abból fakad, hogy a forgatókönyvek készítésénél az

események hatásai a bekövetkezésük során jelennek meg. Másképpen fogalmazva egy elem akkor fejt ki hatást, ha az előre definiált állapotba került, és ennek eredményeképpen az általa befolyásolt tényező is egy előre meghatározott állapotba fog kerülni. A jövőorientáció és a bizonytalanság miatt azonban nem hagyhatjuk ki a bekövetkezési valószínűségek szerepét. Erről az oldalról szemlélve, a hatás akkor jelentkezik, ha az esemény bekövetkezési valószínűsége 1, ami kizárja, hogy egy erősebb kapcsolatot fogalmazzunk meg azáltal, hogy már a bekövetkezésre való esély is befolyással bírjon az eseménnyel kapcsolatban álló tényezőkre^a. A probléma egy nagyon egyszerű, hétköznapi példával érzékeltethető: az emberek nagy része nem azért szereltet riasztót a lakásába, mert kirabolták, hanem azért mert esély van arra, hogy betörjenek. Ennek kifejezésére az intuitív módon készített forgatókönyvekben csak úgy lenne lehetőség, ha minden egyes befolyásoló valószínűségi állapotot külön eseményként definiálnánk, ami a workshop jellegű munkáknál kezelhetetlenül nagy mértékűre növelné a tényezők számát.

Az intuitív eljárások a forgatókönyveket az előre meghatározott és csoportosított események, oksági alapon való láncokba rendezésével készítik el, így az események köre zárt rendszert alkot. A módszerek ezáltal nem biztosítanak lehetőséget arra, hogy egy adott elemet egy meghatározott időszakban ért külső hatás következményei szimulálhatók legyenek úgy, hogy azok a kapcsolatrendszeren átvezetve a tényezők új állapotához vezessenek. Az eljárások ezzel nem felelnek meg az *F* pontban megfogalmazott kritériumnak sem.

Végül, a *D* pontnak csak részben felelnek meg az induktív módszerrel készített forgatókönyvek, hiszen azok az eseményláncokat az időben előre haladva szekvenciálisan építik fel, figyelmen kívül hagyva az időben későbbi események hatását a korábbi időszakokra. A deduktív módszereknél az eseményhalmaz az előre eldöntött rendezőelv szerint alkot egy-egy forgatókönyvet, így elsősorban arra van lehetőség, hogy az irányelv konzisztenciáját ellenőrizzük a befolyással bíró szereplők várakozásaival szemben, és nem arra, hogy ugyanazon a deduktív eljáráson belül olyan forgatókönyveket készítsünk, amelyek a szereplők magatartása eredményeképpen jönnek létre azért, mert azok megismerték a lehetséges jövőbeli irányvonalakat.

Az intuitív módszerek előnyét jelenti a formalizált modellekkel szemben, hogy az elemzők nincsenek rákényszerítve a formalizált kapcsolatok meghatározására. Módszertani szempontból ez azt jelenti, hogy a kapcsolatokat és a befolyásoló elemek állapotát mindaddig nem veszik figyelembe, ameddig egy tényező olyan állapotához nem vezetnek, amely a felhasználó számára jelentőséggel bír. A forgatókönyvek dinamikus modellek alkalmazásával történő generálásával szemben ugyanakkor hátrányt jelent, hogy az előre definiált események miatt nincs lehetőség az állapotváltozások szimulációjára, mert ez újabb események és kapcsolatok megfogalmazásához vezet. További hátrány, hogy az intuitív eljárások jóval kevésbé képesek a komplex rendszerek kezelésére, hiszen nem teszik lehetővé, hogy

^a Az Amara és Lipinski [1983] által publikált, valószínűségi fán alapuló módszer esetében 1-től eltérő értékek jelennek meg, itt viszont az értékek közötti valószínűségek hatását zárjuk ki.

valamennyi befolyásoló tényező egyben befolyásolt is lehessen. Végezetül, a műhelymunkára alapozó módszerek hátrányaként említhető, hogy azok az elemzők fizikai vagy virtuális együttes jelenlétét igénylik, ami adminisztratív és kommunikációs okokból kifolyólag korlátozza a folyamatban résztvevők számát.

2.2.3 A forgatókönyveket kölcsönhatás elemzéssel (cross impact analysis) előállító eljárások

A kölcsönhatás elemzés, kimondottan az összetett rendszerek vizsgálatára kifejlesztett önálló eszköztár. A módszertan nem egységes, de a különböző technikák alapvető közös jellemzője, hogy a vizsgált rendszer elemeit az egymással fennálló viszonyaik alapján vizsgálják. Az eljárások nagy része az elemek állapotát események formájában jeleníti meg, melyek bekövetkezési valószínűségeit az egymással fennálló, páronként meghatározott kölcsönhatásaik alapján kalkulálják (Jones-Twiss [1978]). A kezdeti eljárások a kiinduló, azaz a többi esemény által nem befolyásolt valószínűségeket módosították a kölcsönhatásokat kifejező, páronként meghatározott hatásfaktorok alapján. A továbbfejlesztések közül elsősorban azok, amelyek az egymásra gyakorolt hatásokat feltételes valószínűségekké fejezik ki, ezzel szemben olyan kezdeti valószínűségekké számolnak, amelyekben már figyelembe vették a rendszerbe foglalt elemek hatásait. Ezeknél a technikáknál az érzékenységvizsgálat mellett a valószínűségek és hatásfaktorok konzisztens rendszerének biztosítása is célként jelenik meg (Stover-Gordon [1978]). Ezekről némileg eltér a Kane [1972], által kidolgozott technika és az arra épülő továbbfejlesztések, (Lipinski-Tydeman [1979], Black és szerzőtársai [1994], Parashar és szerzőtársai [1997]) amelyek az események helyett trendváltozók transzformált értékeivel számolnak, és azokat a többi változóval fennálló kölcsönhatások alapján módosítják. A trendek megjelennek a Helmer [1972,1981] által publikált módszerben is, hatásaikat azonban azok az események közvetítik, amelyek azt fogalmazzák meg, hogy a változó átlépett egy bizonyos küszöbértéket. Jellemzően ezért egyrészt a kizárólag eseményekkel dolgozó, másrészt a következő pontban tárgyalásra kerülő trendek hatáselemzésére épülő technikákkal képeznek azonos kategóriát.

A kölcsönhatás elemzés alkalmazása a forgatókönyvek generálásához a módszerek egy részének tekintetében szimulációt jelent. Ennek során, a trendeknél a kiinduló értékeket, az eseményeknél pedig a kiinduló valószínűségeket a jövőre vonatkozó különböző előfeltevések alapján, más-más értéken állapítják meg, és ennek megfelelően vizsgálják a rendszer lehetséges fejlődési irányait (Gordon-Hayward [1968], Kane [1972], Enzer [1972], Fontela-Gabus [1974], Parashar és szerzőtársai [1997]). Az alternatív forgatókönyvek az egyes események különböző bekövetkezési valószínűségeit, vagy az egyes trendek eltérő, a kölcsönhatások során kialakult értékeit tartalmazzák. A hangsúly ezekben az esetekben inkább a módszertanra, mint annak a szcenárió készítés folyamatába történő beillesztésére helyeződik. Egy másik irányvonal a kölcsönhatás elemzést a forgatókönyv készítési folyamat szerves részeként értelmezi és helyezi el (Duperrin-Godet [1975], Godet-Roubelat [1996], Godet [1987, 1990, 2000], Sarin [1978], Nair-Sarin [1979], Mitchel-Tydeman-Georgiades [1979], Kirkwood-Pollock [1982], Sapio [1995]). E technikák közös

pontja, hogy azonos előfeltevések esetén is olyan különböző halmazokat generálnak, amelyekben bizonyos események bekövetkeznek, míg mások nem. Az egyes halmazok jelentik a forgatókönyveket, amelyek valószínűsége kalkulálható. Mindezen túlmenően, az eljárások alkalmasak az eltérő előfeltevések hatásának vizsgálatára is. A kölcsönhatás elemzés emellett önmagában is használható az összetett rendszerek vizsgálatára anélkül, hogy a fő cél a forgatókönyvek készítése lenne (Helmer [1972, 1981], Turoff [1972], Nováky-Lóránt [1978], Jeong-Kim [1997], Alarcón-Ashley [1998], Blanning-Reinig [1999], Schlange-Jüttner [1997]).

Az egyes technikák között olyan módszertani különbségek vannak, amelyek egyrészt azt befolyásolják, hogy a felhasználásukkal készített forgatókönyvek mennyiben felelnek meg a felállított kritériumrendszernek, másrészt azt, hogy milyen továbbfejlesztési lehetőségeik vannak, amelyek ezt a megfeleltetést célozzák. Ebben a fejezetben ugyanakkor a forgatókönyv készítés általánosabb kategóriák szerint csoportosított eljárásainak az összevetésére törekszünk, így a következőkben csak azokat a kölcsönhatás elemzés módszereket hivatkozunk, amelyek markánsan jellemzik az ide tartozó, szcenárió készítésre alkalmazott eljárások egy-egy csoportját. A módszerek részleteikben történő tárgyalására a 4.1. fejezetben kerül sor.

Általánosságban elmondható, hogy a kölcsönhatás elemzés technikák kielégítik az A , és F pontokban megfogalmazott feltételeket. A kapcsolatok esemény vagy változó párokra vonatkoztatott meghatározásai lehetővé teszik, hogy akár közvetlen, akár a közvetett módon valamennyi elem befolyásolja az összes többi. Az alkalmazás során lehetőség van arra, hogy a valószínűségeket vagy változóértékeket önkényesen változtassuk, szimulálva ezzel a rendszeren kívül eső tényezők hatásait.

A B pontnak ugyanakkor nem felelnek meg feltételes valószínűséggel dolgozó modellek, mert azok egy a rendszer adott állapotára vonatkozó konzisztenciából fakadó korlátokat érvényesítik a többi állapotra is (ennek módszertani indoklását a (4.1.1)-ben részletesen tárgyaljuk). Nem felelnek meg a kritériumnak a Kane technikájára alapuló módszerek sem tekintve, hogy ezek a trendváltozók között determinisztikus, leíró formájában és paramétereiben nem változó kapcsolatot létesítenek. Ezzel szemben kielégíti a feltételt Turoff eljárása, amely lehetőséget biztosít arra, hogy a hatóerőt képviselő faktort vagy a befolyásoló esemény valószínűségét tetszés szerint változtassuk.

A C kritériumnak nem felelnek meg az egyetlen periódussal dolgozó eljárások, így a kapcsolatokat feltételes valószínűséggel kifejező módszerek, és az előző szempont alapján elfogadható Turoff modell sem. Megfelel viszont a feltételnek a Helmer által kidolgozott módszer, amely az értékeket időszakonként kalkulálja, így lehetőség van a kapcsolatok változására az időben előrehaladva. Ennél azonban a probléma éppen a B kritériumnak való megfeleléssel van, mert a tényezők hatásait az események bekövetkezéseihez köti.

A D pontnak nem felelnek meg a feltételes valószínűségekkel dolgozó technikák, ugyanakkor egy egyszerű értelmezési megoldással azzá tehetők (lásd. 4.1.1), az időben

korábban bekövetkező események befolyásoló szerepének tekintetében. A jövőre vonatkozó várakozások ezzel szemben nem építhetők be egyetlen módszerbe sem, amelyik egy időperiódussal dolgozik. Helmer modelljében mindazonáltal a hangsúly részben az egyes szereplők képviselőinek bevonásán van, így itt lehetővé válik a jövőre vonatkozó várakozások által indukált cselekedetek modellezése.

Végezetül, az *E* ponttal kapcsolatban elmondható, hogy annak csak a több periódussal dolgozó eljárások, például Helmer technikája felelnek meg. Az egyetlen időszakkal dolgozó technikák esetében nincs lehetőség valamely tényező eliminálására, vagy egy újabb megjelentetésére. A több periódussal dolgozó módszereknél a bekövetkezési valószínűség, a változóérték, illetve a hatóerőt kifejező paraméter nullára állításával kezelhető az elem eltűnése, befolyásoló képességének elvesztése, illetve fordított irányban ezek megjelenése.

Az elmondottakat összefoglalva általánosságban azt mondhatjuk, hogy a feltételrendszernek vannak olyan pontjai, amelynek valamennyi kölcsönhatás elemzés technika megfelel, és nincs olyan kritérium, amelyiknek egyetlen módszer sem felelne meg. A problémát az jelenti, hogy nem tudunk olyan módszert hivatkozni, amelyik minden egyes kritériumot kielégítene. A formalizált modellekkel szemben a kölcsönhatás elemzés magában hordozza az intuitív eljárások előnyét, nevezetesen azt, hogy az elemző nincs rákényszerülve a kapcsolati forma pontos meghatározására. Ezen túlmenően, a módszerrel kezelhetők a nem, vagy csak kevésbé kvantifikálható események, folyamatok (Nováky [2001b]). A Kane által kidolgozott eljárás illetve ennek továbbfejlesztései ugyanakkor egy paramétereiben nem változó kapcsolati formával számolnak, ami lecsökkenti a modellek által nyújtott lehetőségeket. Az intuitív eljárásokkal szemben a kölcsönhatás elemzés egyértelmű előnye a szimulációra való alkalmasság illetve az, hogy az eljárások nem igénylik a szakértők fizikai jelenlétét a forgatókönyvek generálása során. Mindez a workshopokra épülő intuitív technikákkal szemben a résztvevők jóval nagyobb létszámát teszi lehetővé. Előnyként kell tekintenünk azt is, hogy a kölcsönhatás elemzés módszerek képesek a rendszert teljes komplexitásában kezelni, azaz valamennyi elem lehet egyszerre befolyásoló és befolyásolt. Hátrány ugyanakkor, hogy az eseményekkel dolgozó technikák valószínűségi becsléseket igényelnek, ami egyrészt a résztvevők becslési képességeinek meglétét, másrészt a becslések a valószínűségi axiómák betartásából eredő konzisztenciáját igényli.

2.2.4 A forgatókönyveket trendek hatásának elemzésével (trend impact analysis) előállító eljárások

A trendek hatásának elemzése Huss [1988] kategóriarendszerében tulajdonképpen előre meghatározott események hatásának az elemzését jelenti az olyan trendekre, amelyeknek az előrejelzéseiben ezek az események nem lettek figyelembe véve. A trend hatás elemzés eredetileg az események bekövetkezési valószínűsége alapján a trend várható értékét számolja ki (Gordon-Stover [1976]). Az alternatív forgatókönyvek az események bekövetkezése vagy elmaradása, illetve a bekövetkezés időpontjainak megválasztása alapján készíthetők el. Ebből a nézőpontból, a trend hatás

elemzés részét képezheti a scenáriókat modellekre alapozó eljárásoknak, ahol az esemény a modell egy bináris változóját jelenti. Mindezt alátámasztja a Chandler és Cockle [1982] által kidolgozott technika, ahol az egyébként regresszió analízissel meghatározott kapcsolatok hatására kialakuló változóértéket módosíthatja egy adott esemény bekövetkezése. Hasonlóképpen, az események trendekre gyakorolt hatásának elemzése összeköthető a kölcsönhatás elemzés technikával. Ez kivitelezhető úgy, hogy a kölcsönhatás elemzés az események rendszerére vonatkozik, majd az eredmények alapján kerülnek meghatározásra az egyes trendek módosulásai (Mitchell-Tydemán-Georgiades [1979]). A trendek eseményekre gyakorolt hatása pedig oly módon illeszthető a rendszerbe, hogy a változóértékek meghatározott sávját események formájában jelenítjük meg, és ezeket az eseményeket a kölcsönhatás elemzés rendszerén belül kezeljük (Helmer [1981]). Ezekben az esetekben az események trendekre gyakorolt hatásának a kezelése a Huss által leírt módon zajlik, a trendek eseményekre gyakorolt hatásának kezelésére pedig a kölcsönhatás elemzés technikájánál tárgyaltak az irányadók. Mindezek mellett Amara és Lipinski [1983] a trend hatás elemzés kategóriájába sorolják a gyakorlati alkalmazás oldaláról bemutatott DYSIM nevű modellt. Ez az eljárás azonban módszertani szempontból a Kane által kidolgozott eljárással áll rokonságban, így a kölcsönhatás elemzés kategóriájába soroljuk.

A trend hatás elemzést a kritériumokkal szembeállítva azt kell mondanunk, hogy az, teljes mértékben csak az F pontban megfogalmazott feltételt elégíti ki. A rendszerbe nem foglalt tényezők hatása egyszerűen megjeleníthető az események bekövetkezésére vonatkozó feltételek vagy a trendértékek önkényes, azaz nem a modellből fakadó változtatásával.

Az A feltételnek a módszer csak a kölcsönhatás elemzéssel kiegészítve felel meg tekintve, hogy eredeti formájában nem számol a trendváltozó által megjelenített tényező, az esemény által megjelenített tényezőre gyakorolt hatásával.

A 1. fejezetben tárgyaltuk, hogy a trend extrapolációra alapuló előrejelzések implicite feltételezik, hogy a trendet alakító tényezők, illetve azok kapcsolataiban csak olyan változások mennek végbe, amelyek eredőjének hatására a trend a korábbi tendenciát folytatja. Mindez a kapcsolatok minőségi korlátozását jelenti, hiszen azok egy múltbeli bázis alapján határozódnak meg és nem térhetnek el a múltat jellemző tendenciáktól. A struktúra megváltozásának lehetősége is erősen korlátozott, hiszen annak eredménye determinált a trend előre jelzett értékei által. Miután az eljárás nem vizsgálja a trendek értékeit meghatározó tényezők és kapcsolataik alakulását, nem beszélhetünk azok változásának időrendiségéről, egyes elemek vagy hatásaik megjelenéséről illetve eliminálódásáról sem. A technika így a B, C, D , és E pontok egyikének sem felel meg.

Az eljárás a scenárió készítés módszereinek többi csoportjával szemben fennálló előnye az egyszerűségével ragadható meg. A modellekkel szemben további előnyt jelent, hogy az elemzők nem kényszerülnek a kapcsolati formák definiálására. Az összes módszerrel szemben hátrányt jelent, hogy a rendszert azoknál a komplexitás

jóval alacsonyabb szintjén vizsgálja, ami viszont a forgatókönyvek alkalmazására vonatkozó alapfeltételeknek mond ellent.

2.2.5 Összegzés, az egyes kategóriák összehasonlítása

A jellegzetességek tárgyalásából látható, hogy egyik kategória sem tartalmaz tisztán olyan eljárásokat, amelyek a felállított kritériumrendszer összes pontjának megfelelnek. Míg a forgatókönyvek formalizált modellek útján történő előállításával kapcsolatos problémák a gyakorlati alkalmazhatósággal kapcsolatban merülnek fel, a kölcsönhatás elemzésnél azok az eljárások, amelyek megfelelnek adott feltételeknek, nem elégítenek ki más kategóriákat. Az intuitív, valamint a trendek hatásának elemzésén alapuló technikák ezzel szemben egyértelműen nem elégítenek ki bizonyos kritériumokat. A forgatókönyv készítés kategóriáinak a kritériumokkal való szembeállításából származó eredményeket tartalmazza összefoglalva a következő táblázat.

2.2-2. Táblázat: Szenáriókészítés technikáinak megfeleltetése az alkalmazásukat indokló rendszerek sajátosságaiból adódó kritériumokkal

<div>Kritériumok</div> <div>Kategóriák</div>	A	B	C	D	E	F
Formalizált modellek	+ -	+	/	/	/	+
Intuitív technikák	-	-	+	-	+	-
Kölcsönhatás elemzés	+	+ -	+ -	+ -	+ -	+
Trend hatás elemzés	/	-	-	-	-	+

A táblázatban a „/” jel azt mutatja, hogy az eljárás részben felel meg az adott kritériumoknak. Ez a modellek esetében a gyakorlati megvalósíthatóság miatt jelentkező problémákra utal, a trendek hatásának elemzésénél pedig arra, hogy az csak a kölcsönhatás elemzéssel együtt alkalmazva elégíti ki a feltételt. A „+,-” jelentése, hogy az adott kategóriában vannak olyan technikák, amelyek kielégítik a feltételt, és vannak olyanok is, amelyek nem. A „+” jel azt mutatja, hogy a kategóriában az összes technika, a „-” pedig azt, hogy egyetlen technika sem felel meg a feltételeknek.

Az eredmények arra engednek következtetni, hogy a feldolgozott irodalom alkalmazásai között nem található olyan, amely teljes mértékben kielégítené a 2.2 fejezet elején megfogalmazott tulajdonságokkal bíró rendszerekből fakadó kritériumokat. Mindez teret ad a továbbfejlesztési kísérletek számára.

A fentiek mellett érdemes levonni a következtetéseket az egyes kategóriák egymással történő szembeállításából is, amelyet az alábbi táblázatban foglalunk össze.

2.2-3. Táblázat: Az egyes kategóriák technikáinak egymáshoz viszonyított előnyei

	Formalizált modellek	Intuitív technikák	Kölcsönhatás elemzés	Trend hatás elemzés
Formalizált modellek		<ul style="list-style-type: none">komplex rendszerek vizsgálataszimulációszakértők korlátlan létszáma	X	<ul style="list-style-type: none">komplex rendszerek vizsgálata
Intuitív technikák	<ul style="list-style-type: none">nem korlátozza az intuíciót		<ul style="list-style-type: none">nem igényel szakértelmet a becslési képességekben	X
Kölcsönhatás elemzés	<ul style="list-style-type: none">nem korlátozza az intuíciót	<ul style="list-style-type: none">komplex rendszerek vizsgálatahatások érvényre jutása nem korlátozottszimulációszakértők korlátlan létszáma		<ul style="list-style-type: none">komplex rendszerek vizsgálata
Trend hatás elemzés	<ul style="list-style-type: none">nem korlátozza az intuíciót	<ul style="list-style-type: none">szakértők korlátlan létszáma	X	

A táblázat azokat az egymáshoz viszonyított előnyöket foglalja össze, amelyeket az egyes fejezetpontokban tárgyaltunk. Az előnyök a sorok által tartalmazott módszereknél jelentkeznek az oszlopokban jelölt technikákkal szemben.

Az összefoglaló táblázat alapján láthatjuk, hogy a technikák egyetlen kategóriájával kapcsolatban sem mondható el, hogy az az alkalmazás szempontjából minden tekintetben előnyösebb a többivel szemben. A dinamikus modellek egyetlen fő hátránya a többi eljáráshoz viszonyítva, hogy a kapcsolati formulák pontos meghatározásnak kényszere miatt korlátokat támaszt az intuíció érvényre jutásával szemben, holott igénybe veszi azt. Az intuitív módszerekhez viszonyítva majdnem ugyanazok az előnyök jelennek meg a formalizált modelleknél és a kölcsönhatás elemzésnél. Az intuitív módszerek ugyanis nem képesek a komplex rendszerek teljes kapcsolatrendszerének vizsgálatára, nem alkalmasak a szimulációra és a workshop jellegű technikák a szakértők együttes jelenlétének igénye miatt korlátozzák a szcenárió készítés folyamatában résztvevők létszámát. További hátrányuk a kölcsönhatás elemzés technikájával szemben, hogy a hatásokat az események bekövetkezése, és nem az arra való esély alapján értelmezik. Cserében ugyanakkor nem igénylik, hogy a folyamat résztvevői rendelkezzenek a szubjektív valószínűségek konzisztens becsléséhez szükséges képességekkel. A trendek hatásának elemzésére épülő technikák nem képesek kezelni a komplex rendszerek összetett kölcsönhatás hálóját, ezért hátrányban vannak a kölcsönhatás elemzésre és a modellezésre épülő

módszerekkel szemben. Az összefoglaló táblázatból nem tűnik ki, de a kritériumoknak való megfelelés áttekintése alapján megjegyzendő, hogy az intuitív technikák közelebb állnak a komplexitás kezeléséhez, mint a trendek hatásának elemzésén alapuló módszerek, hiszen ez utóbbiak fel sem vetik a kapcsolatrendszer kérdéseit a trendváltozóval megjelenített tényezőre ható összes elem tekintetében.

A két szempont szerint történő összehasonlítás alapján láthatjuk, hogy a kritériumoknak összességében leginkább a modellekre és a kölcsönhatás elemzésre épülő technikák felelnek meg. Megítélésünk szerint mindegyik feltétel elengedhetetlenül fontos, ezért nem érdemes súlyozást alkalmazni az értékelésnél. A modellek alkalmazása a kölcsönhatás elemzéssel szemben lehetővé teszi, hogy a rendszer elemeinek lehetséges jövőbeli állapotát akár folytonos skálán is pontosan meghatározhassuk, míg az utóbbi kategóriába tartozó, eseményekkel dolgozó eljárások ezt csak diszkrét értékeket megjelenítő események formájában képesek kezelni. A másik oldalról, a kölcsönhatás elemzés alkalmasabb az intuíció kezelésére, ami a jövőre vonatkozó bizonytalanság esetén kulcsfontosságúnak bizonyulhat. A kölcsönhatás elemzés módszerében emellett megvalósul a kvantitatív és a kvalitatív közelítés egyfajta szintézise. Ennek fontossága Kristóf [2004c] alapján abban áll, hogy a kvantitatív közelítést alkalmazó formalizált modellek explicit feltételei lehetővé teszik a kritikai vizsgálatokat és azt, hogy a következtetések visszavezethetők legyenek a feltételezésekre és a feltételek változásaiból eredő hatásokra. A kvalitatív közelítésben szerepet játszó intuíció ugyanakkor hozzájárul a szintáttörések fordulópontok vizsgálatához, a társadalmi és az egyéni motivációk értékek, magatartások kezeléséhez. Az eseményekkel dolgozó kölcsönhatás elemzés modellek az események megfogalmazásával, a kapcsolatok kifejezésének módjával lehetővé teszik a kvalitatív közelítés érvényre jutását. Ezzel párhuzamosan, a kölcsönhatások eredményeinek kiszámítására formalizált modelleket használnak, amely a kvantitatív közelítés jegyeinek érvényesülését jelenti.

Az egyes kategóriák a feltételeknek való megfeleltetése és egymással történő összehasonlítása alapján elmondhatjuk azt is, hogy a scenárió készítés, mint kutatási terület nem tekinthető lezárt témának, így helye van egy olyan eljárás kidolgozásának, amely teljes mértékben megfelel a felsorolt kritériumoknak. A kölcsönhatás elemzés és a formalizált modellek összevetéséből adódóan az eljárást célszerűbbnek tartjuk az előbbire alapozni. Miután, a kölcsönhatás elemzés módszerek egyike sem felel meg önmagában minden feltételnek, ezért a fejlesztésnek elsősorban forgatókönyvek generálására alkalmazott módszertan kidolgozására és a scenárió készítés folyamatába való beillesztésére kell koncentrálnia. Ehhez szükséges megvizsgálni azt is, milyen elemeket kell tartalmaznia a forgatókönyvek elkészítését célzó folyamatnak, ezek közül melyek azok a szakaszok, amelyeknél az alkalmazható eszközöket a scenárió változatok előállítására használt technika határozza meg, illetve melyek az általánosítható, technika-független elemek. A technikától függő elemeket funkcionálisan összhangba kell hozni a forgatókönyv változatok generálására kifejlesztett eljárással.

2.2.6 *A szcenárió készítés folyamatának általános, és a forgatókönyvek generálásától függő elemei*

A korábbiakban utaltunk rá, hogy a szcenárió készítés területén nem léteznek olyan standardként kezelt eljárások, amelyek valamennyi módszer alapjául szolgálnának. A sokrétűség miatt a folyamatból adódó következtetések levonásához így arra támaszkodhatunk, hogy megvizsgáljuk melyek azok a lépések és elemek, amelyek a forgatókönyvek készítésének valamennyi kategóriáját jellemzik, illetve melyek azok, amelyek az egyes típusok specialitásaként jelentkeznek.

Nem igényel bizonyítást az, az állítás, hogy valamennyi, forgatókönyvek készítésére alkalmazott eljárás a vizsgált terület meghatározásával kezdődik, hiszen ez az alapja bármilyen jellegű elemzésnek. A terület körülhatárolása és az azt alkotó elemek meghatározása a felhasználót érdeklő kérdésektől, és nem az alkalmazott módszertantól függ, a folyamatnak ez a szakasza ezért általánosnak, azaz kategória függetlennek tekinthető.

A vizsgált rendszer múltbeli viselkedésének elemzése, az elemek között a múltban és a jelenben fennálló kapcsolatok meghatározására való törekvés ugyancsak megtalálható a különböző kategóriákba sorolt technikáknál. A forgatókönyveket modellek segítségével előállító módszerek, az elemek közötti kapcsolatrendszer javarészt a múltbeli adatokat használó statisztikai eljárások segítségével alakítják ki. Erre nézve szemléletes és részletes leírást találhatunk Chandler és Cockle [1982] modellekre alapuló, szcenárió készítéssel foglalkozó művében. Emellett, a múltat jellemző adatok elemzése, a közöttük fennálló összefüggések feltérképezése a részét képezi olyan módszereknek is, amelyek az intuitív kategóriába tartoznak, (Huss [1988], Heijden [1996]) és olyanoknak is, amelyek a kölcsönhatás elemzésen alapulnak (Jones-Twiss [1978], Godet [1987]). A trendek hatásának elemzésére alapuló forgatókönyv készítési módszerek részben trend extrapolációval dolgoznak, így itt is szerephez jut a múltbeli adatok elemzése, igaz az előzőektől eltérően, nem az egyes rendszerelemek közötti összefüggések feltárásának céljából. Elemzésre kerülnek ezért a múltra vonatkozó adatsorok az olyan technikáknál is, ahol a trendek hatásának elemzését és a kölcsönhatás elemzést egyaránt alkalmazzák a folyamat során (Wilson [1978], O'Connor [1978]).

Láthatjuk tehát, hogy a rendszer múltbeli állapotaira, kapcsolataira vonatkozó vizsgálat minden kategóriában megjelenik. A múlt elemzéséhez rendelkezésre álló adatok formátuma és elérhetősége ugyanakkor független a feldolgozásukhoz alkalmazott módszerektől, ezért a módszert célszerűbb ennek, és nem a forgatókönyvek generálására használt technikának az alapján kiválasztani. Így például nem lehet elvetni a statisztikai elemzés alkalmazását a rendszer korábbi állapotait jellemző összefüggések feltárására az intuitív módszerek esetében sem, vagy a múlt összefüggéseit kifejező formulák intuitív logikára támaszkodó meghatározását a modellek esetében.

A forgatókönyvek készítésének egyes kategóriái között eltérés mutatkozik abban, hogy mire alapozzák a jövő alternatívái közötti különbségeket. A modellek esetében a

különbséget az eltérő alapfeltevések képezik, amelyek a változók kiinduló értékeiben mutatkozó különbségek formájában jelennek meg (Chandler-Cockle [1982]). Miután a változóértékek az alapfeltevések függvényei, nem állíthatjuk, hogy önálló szereppel bírnak abban, hogy mi alapján különböznek egymástól a jövőre vonatkozó alternatívák.

Ezzel szemben, az intuitív technikák hangsúlyt helyeznek az olyan tényezők feltérképezésére, amelyek a bizonytalanságukból és a rendszer fejlődésének egészét meghatározó szerepükből adódóan meghatározóak a jövőre vonatkozó alternatívák kialakításánál. Mindez egyrészt a deduktív eljárásokra jellemző (Heijden [1996], Coates [2000], Schnaars-Ziamou [2001]). Schnaars és szerzőtársa kiemelik, hogy a forgatókönyveket az olyan elemek lehetséges jövőbeli állapotai alapján célszerű elkészíteni, amelyek ebben a tekintetben nagyfokú bizonytalansággal bírnak, illetve közvetlen és közvetett módon az elemek nagyobb részére hatnak, mint a többi bizonytalan tényező. Az induktív módszerek esetében a „szcenárió-változók” meghatározását a folyamat egy lépéseként definiálja Imre [1996]. Ezek a tényezők a jövőbeli állapotuk tekintetében bizonytalanok, továbbá a tőlük függő elemeken keresztül az egész rendszer fejlődését befolyásolják. A forgatókönyv változatok a „szcenárió-változók” különböző lehetséges értékeit, és a tőlük függő tényezők, a kapcsolatok alapján meghatározott értékeit tartalmazzák. Ehhez hasonlóan, Kristóf [2002a, 2002b] a GBN módszerből kiindulva, a forgatókönyvek generálását a „kritikusan bizonytalan tényezők”-re alapozza. Ezek a tényezők nagy jelentőséggel bírnak a döntések és a vizsgált terület jövője szempontjából, ugyanakkor nagyfokú a bizonytalanság a jövőbeli alakulásuk tekintetében is. Az intuitív eljárásoknál a közelítés, amely a forgatókönyvek generálásának módjához kapcsolódik, a modellekével éppen ellentétes irányú. Míg a modelleknél az alapfeltevésekhez rendeljük a változóértékeket, az intuitív technikáknál adott tényezők lehetséges állapotaihoz rendeljük az alternatívákat, így nem feltétlenül vizsgáljuk, hogy azokhoz milyen alapfeltevéseknek kell teljesülni. Mindez egyben azt is jelenti, hogy egyes elemek a paramétereik -mint a kapcsolataik illetve az állapotukra vonatkozó bizonytalanság- alapján meghatározó szerepet játszanak a forgatókönyvek generálásánál.

A kölcsönhatás elemzés technikáinál, a scenárió változatok kialakítása a modellekhez hasonlóan történhet meghatározott előfeltevések alapján (Enzer [1970], Kane [1972], Parashar és szerzőtársai [1997]). Itt ismételtelen nem játszanak önálló szerepet az egyes változók abban, hogy mi alapján különböznek el egymástól az alternatív jövőképek. Nem szerepelnek a forgatókönyvek változatainak előállításánál a többihez képest kiemelt szereppel bíró elemek Nair-Sarin [1979] modelljében sem, ahol a jövőre vonatkozó alternatívák magából a rendszerleírásból és nem az erre, vagy a terület fejlődésére vonatkozó eltérő megítélésekből fakadnak. Ezzel ellentétben, a Godet [1987, 1990] által kidolgozott folyamatban a kölcsönhatás elemzésbe azokat az eseményeket vonják be, amelyek jövője bizonytalan, ugyanakkor közvetlen és közvetett kapcsolataikon keresztül erősen befolyásolják a vizsgált terület fejlődését. A módszer az egyes scenárió változatokat szimuláció nélkül, a rendszerleírás alapján képes előállítani.

A forgatókönyvek előállításának trendek hatására alapuló módszereinél, az egyes változatok a trendváltozókra ható események bekövetkezése illetve elmaradása alapján jönnek létre, így ezek önmagukban tekinthetők úgy, mint az alternatívákat meghatározó elemek.

Megítélésünk szerint az alternatívák generálása szempontjából az előfeltevések és a kulcsváltozók szerepe egyaránt fontos. Az előfeltevések olyan tényezőket jelenítenek meg, amelyek egyszerre hathatnak közvetlenül a vizsgált rendszer egy vagy több elemére. Emellett, ha a kulcsváltozókat nagyfokú bizonytalansággal jellemezzük, az alapfeltevések nélkül több alternatív jövőkép lehetőségét képviselik, lehetővé téve ezzel olyan hatások szimulációját, amelyek a vizsgálat készítésekor nem ismertek. Célszerű ezért olyan eljárás kifejlesztésére törekedni, amely mindkét közelítés alapján képes forgatókönyv változatok előállítására.

A szcenárió készítés egyes kategóriái között különbség mutatkozik a forgatókönyvek generálásánál felhasznált adatok jellegében és formátumában. Ennek hatása van készítési folyamat más lépéseire is, hiszen az adatokat ennek figyelembevételével kell előállítani, vagy inputokká konvertálni. A modellek esetében a vizsgált rendszer elemeinek állapotát változóértékek jelenítik meg, az ebből adódó problémákkal foglalkoztunk ez előző pontban. Az intuitív módszerek esetében az adatok eseményeket jelentenek, amelyek kifejezhetik azt is, hogy az adott változó értéke egy meghatározott sávban van. Az intuitív technikák általában az események bekövetkezését vagy be nem következését, esetleg néhány előre megállapított valószínűségi értéket kezelnek, így a bizonytalanság teljes skálája nem képez tényezőt a folyamatban. Ezzel ellentétben, az eseményekkel dolgozó kölcsönhatás elemzés módszereinél ez utóbbi hangsúlyos elem. Ennek megfelelően itt a folyamatnak tartalmaznia kell a bekövetkezési valószínűségek becslésére vonatkozó szakaszt is. A trendek hatására épülő elemzések esetében az input adatok előállítása hagyományos előrejelzéssel történik. A módosító eseményekkel kapcsolatos feltételezés a bekövetkezésre vonatkozik, így a bizonytalanság csak a módszer eredeti, nem forgatókönyvek készítésére használt verziójában jelenik meg.

Az előzőeket összefoglalva azt mondhatjuk, hogy a vizsgált terület meghatározása és fennálló kapcsolatainak elemzése független a forgatókönyvek készítésére alkalmazott módszertől. Ezzel szemben, a jövőre vonatkozó adatok, azok formátuma attól függ, hogy milyen módszert választunk a szcenáriók generálására, mert a módszerek között az alternatívák generálására alkalmazott technika alapján lehet leginkább különbséget tenni.

2.3 Összegzés

A fejezet a scenárió készítés irodalmának feldolgozásával foglalkozik, ami egyrészt a gyakorlati alkalmazások áttekintéséből, másrészt a publikált módszertan kritikai elemzéséből áll. A gyakorlati rész alapján megállapíthatjuk, hogy a jövő scenáriókra alapuló vizsgálata egyaránt megtalálható a jövőkutatás, a politika-tervezés illetve a vállalati stratégiaalkotás eszköztárában. A módszertan elemzését egy egységesített kategóriarendszer alapján végeztük el úgy, hogy a kategóriákat szembeállítottuk a kritériumokkal, amelyek azoknak a rendszereknek a tulajdonságaiból fakadnak, amelyek vizsgálatára a scenáriókat alkalmazzák. Bemutattuk emellett a módszerek egymáshoz viszonyított előnyeit és hátrányait is. Következtetésként levonható, hogy a publikált technikák közül egyetlenegy sem elégíti ki teljes mértékben a felállított feltételeket, ami nyitva hagyja a lehetőséget a módszertan további fejlesztése számára. Az eljárásokat folyamatukban is áttekintettük, ami annak a kimutatásához vezetett, hogy a fejlesztés kulcselemét, a forgatókönyveket generáló eljárásnak kell képeznie.

A fejezetben szerző önálló eredményeinek tekinthetők:

- a gyakorlati alkalmazásokat és a módszertant tárgyaló irodalom kategorizálása, rendszerezése
- a forgatókönyv készítésére szolgáló eljárások elemzését megalapozó kritériumrendszer felállítása
- a forgatókönyvek készítésének publikált eljárásaira vonatkozó kritikai elemzés

3 A forgatókönyvek készítésére kidolgozott technika általános ismertetése

Az irodalmi áttekintés eredményeként megállapíthatjuk, hogy lehetőség van a módszertani fejlesztésre, azaz egy olyan eljárás kidolgozására, amely jobban megfelel az előző fejezetben tárgyalt kritériumoknak, mint a jelenleg alkalmazásban lévő technikák. A következőkben rátérünk ennek, a szerző által kidolgozott technikának az általános ismertetésére. Mindezt két lépésben tesszük: először az eljárás egészét érintő koncepcionális kérdésekkel foglalkozunk, majd folyamatában tárgyaljuk a kidolgozott módszert azért, hogy az olvasó átfogó képet kapjon az alkalmazásról. Az eljárás alapját képező, a forgatókönyvek generálására kidolgozott modellt illetve az input adatok előállításának technikáját külön fejezetekben részletezzük.

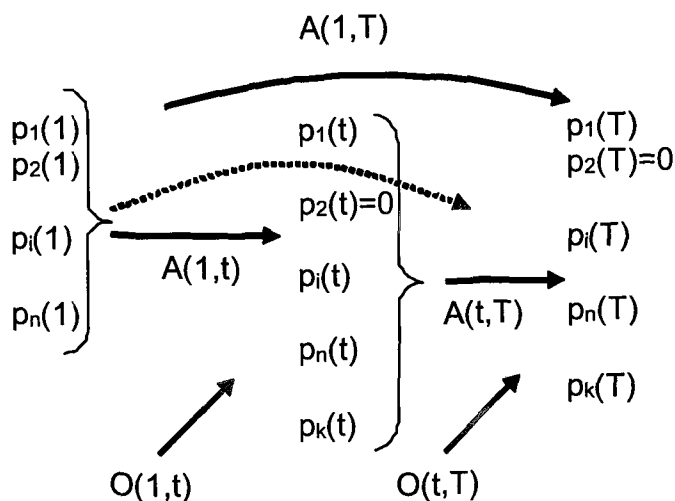
3.1 A forgatókönyvek készítésére kidolgozott eljárás szerkezete és koncepcionális kérdései

Az előző fejezetben megállapítottuk, hogy a forgatókönyv készítés technikai elemeit elsősorban az határozza meg, hogy milyen módszert alkalmazunk az alternatív jövőképek generálására. A fejlesztésnek ezért elsősorban erre a pontra kell koncentrálnia. A folyamatnak emellett tartalmaznia kell a vizsgálatba vont terület körülhatárolását, kapcsolatrendszerének feltérképezését. Mindezeket felhasználjuk a jövőre vonatkozó adatok előállításánál, amelyek tartalmát és formáját a scenáriókat generáló módszer határozza meg.

Tömören összefoglalva, a szerző által kidolgozott forgatókönyveket generáló eljárás, egymásra épülő lépések sorozatát jelenti (3.1-1. ábra). Az alkalmazáshoz a scenáriók által felölelt időhorizontot periódusokra kell felosztani. Ezután, a rendszer elemeinek a felhasználó számára jelentőséggel bíró vagy az ezt befolyásoló állapotát kifejező eseményekhez mindegyik periódusban meghatározzuk azt a valószínűséget, ami a bekövetkezés esélyét mutatja abban az esetben, ha nem vesszük figyelembe a többi eseménnyel fennálló kapcsolatait, a saját, korábbi időszakokra vonatkoztatott állapotának befolyásoló hatását, valamint a külvilág azon tényezőinek hatását, amelyek szerepet játszhatnak a forgatókönyv változatok kialakításában. Az egyes időperiódusokat egységként kezeljük, azaz nem vizsgáljuk a valószínűség azokon belüli eloszlását. A valószínűségek mellett meghatározzuk az egyes elemek közötti kapcsolatokból eredő hatások, illetve egy elem önmagára gyakorolt hatásának jellegét és erősségét. A forgatókönyvek generálása során először a második időszak valószínűségi értékeit és ha szükséges, kapcsolatrendszerét módosítjuk az első periódus valószínűségeinek figyelembevételével. Ezután a harmadik időszak értékeinek módosítása következik, az első periódus eredeti és a második időszak módosított értékei alapján. A negyedik periódus módosított valószínűségeit és kapcsolatait az első időszak eredeti, valamint a második és harmadik időszakok módosított értékei határozzák meg, és így tovább, az utolsó periódusig. Az eljárás során mindegyik lépésben lehetőség van az eseményhalmaz vagy a kapcsolatrendszer bármely elemének az önkényes, nem a módosított valószínűségeket generáló modellből fakadó megváltoztatására. Így reprezentálhatók a külvilág, azaz a rendszerbe nem foglalt tényezők hatásai. Ez természetesen befolyással lesz az

események valószínűségeire a beavatkozás utáni periódusokban. Mindegyik lépésben lehetőség van továbbá az eseményhalmaz új elemmel történő bővítésére vagy valamely elem eliminálására azáltal, hogy a valószínűségek önkényesen 0 vagy 1 értékre állíthatók.

3.1-1. ábra: Elemek és kapcsolatrendszerük megjelenítése a forgatókönyvek előállítása során



A rendszer elemeinek a jelentőséggel bíró állapotát illetve a változóval ki nem fejezhető összetevőit az E_i események fejezik ki, $i=1,2,\dots,N$ ahol N az események száma. Az egyes periódusokban az események valószínűsége $p_i(t)$, ahol p_i az i -edik esemény valószínűségét, t a periódust jelöli, $t=1,2,\dots,T$ és T a periódusok száma. Miután az események olyan elemeket fejeznek ki, amelyek kapcsolatban állnak egymással, az első periódus valószínűségei befolyásolni fogják a következő periódusok valószínűségeit. A hatások eredőjét A -val jelöltük, zárójelben feltüntetve azt az időszakot, amely hatást gyakorol, és azt, amelynek valószínűségei a hatás által befolyásoltak. Így például $A(1,t)$ az első időszak t -edik időszakra gyakorolt összes hatását, $A(1,T)$ pedig a T -edik időszakra gyakorolt összes hatását jelöli. Az elemek által kifejtett hatások ugyanakkor nem csak egymásra, hanem a kapcsolatrendszerükre is vonatkoztathatók, vagyis az események egy adott időperiódusban befolyásolhatják azt, hogy egy későbbi időszakban miként fognak hatni egymásra. Ezt szimbolizálja az ábrán a szaggatott vonallal rajzolt nyíl. Befolyásuk emellett, nem csak a rendszerbe foglalt elemeknek lehet, hiszen az adott területet nem elszigetelten vizsgáljuk a tágabb környezetétől. A rendszeren kívülről érkező hatások egyaránt befolyásolhatják az elemeket és a kapcsolatrendszert. Ezeket a hatásokat O -val jelöltük. Az áttekinthetőség kedvéért csak az elemekre gyakorolt, egy periódust felölelő külső hatások vannak feltüntetve. Az ábra egy olyan esetet szemléltet, amelyben a második elem a t periódustól eliminálódik, így egy meghatározott állapotát kifejező valószínűség értéke nulla. Hasonlóképpen csak fordított irányban, egy új elem belépését fejezi ki a p_k , $k \neq i$ valószínűség t periódustól történő megjelenítése.

Az eltérő forgatókönyv változatok az események valószínűségeinek időben eltérő alakulásából, valamint az eseményhalmaz eltérő alakulásából adódnak. Amennyiben a valószínűségi értékeket meghatározott szabály alapján – például 95%-nál magasabb érték esetén – 100%-ra állítjuk, vagyis az eseményeket bekövetkezettnek feltételezzük, az egyes scenárió változatok időben eltérő esemenyláncokat fognak tartalmazni. Az alternatívák generálhatók eltérő külső hatások figyelembe vétele alapján vagy azáltal, hogy egyes eseményeket – például azokat, amelyek egy adott periódusban 50% körüli bekövetkezési valószínűséggel rendelkeznek – bekövetkezettnek illetve be nem

következettnek tekintünk. Megjegyzendő, hogy a forgatókönyvek konzisztencia kritériumait nem sérti, ha bármely 0-nál nagyobb valószínűséggel rendelkező eseményt bekövetkezettnek, illetve 1-nél kisebb valószínűséggel bíró eseményt be nem következettnek tekintünk, hiszen ezek esetében mindkettőre egyaránt van esély, még ha azok nem is egyenlők.

Az eljárás input adatait az események szubjektív valószínűségei jelentik, amelyek statisztikai becsléssel, illetve az értékeket szolgáltató szakértők állásfoglalásainak integrálásával biztosíthatók.

A forgatókönyvek generálására kidolgozott technika alapjellemzői tehát a következőkben foglalhatók össze:

- az elemzés tárgyát képező rendszer elemeit a vizsgált tulajdonságukat kifejező változó jelentőséggel bíró értékeit tükröző vagy változóhoz nem kötött eseményekkel, illetve azok jövőre vonatkozó bekövetkezési valószínűségeivel jellemzi,
- a rendszer viselkedésének vizsgált időszakát periódusokra bontja,
- az egyes elemekhez rendelt események adott időszakra vonatkozó bekövetkezési valószínűségét függővé teszi az összes befolyásoló esemény korábbi periódusokban felvett valószínűségétől,
- fenntartja a lehetőségét a kapcsolatok az elemző által történő önkényes megváltozásának, új esemény önkényes beléptetésének vagy meglévő esemény eliminálásának.
- lehetővé teszi, hogy a változások rendszeren kívüli forrásokból is származhassanak.

A következőkben a fent vázolt technikát részleteiben mutatjuk be és vizsgáljuk abból a célból, hogy megállapítsuk, megfelel-e a 2. fejezetben felsorolt kritériumoknak.

3.1.1 A rendszer állapotának eseményekkel történő leírására vonatkozó megfontolások

Az, hogy egy rendszer összetevőinek az állapota kifejezhető-e eseményekkel, nem kérdés, hiszen a rendszer minden egyes állapotához egy esemény társítható, nevezetesen az, hogy éppen abban az állapotban van. Egy összetett rendszer esetében ez egy eseményhalmaz, ami olyan egymással összefüggésben lévő eseményekből áll, amelyek a részrendszerek illetve továbbbontva, az elemek állapotát fogalmazzák meg. Egy elem állapotát, pedig a rendszer leírásához használt paraméterének aktuális értékét kifejező esemény írhatja le. Az állapot eseményekkel történő leírásának az előnye elsősorban olyan elemeknél mutatkozhat meg, amelyek leíráshoz használt paraméterei nehezen számszerűsíthetők. Ilyen lehet például Magyarország, ha adott szempontból a politikai kapcsolatai szerepelnek egy rendszer leírásában. Nehezen lehetne számokkal kifejező módon megragadni a környező országokkal fennálló kapcsolatok jellemzőit, a státustörvény és kisebbségek kérdését, a bizalmat, a Szerbia – Montenegróval a NATO tagság és a Vajdaság miatt fennálló speciális viszonyt és így tovább. Ebben az esetben egyszerűbb hazánkat, a viszonyait kifejező eseményekkel jellemezni, úgymint

megállapodott Romániával a státustörvény alkalmazásáról, engedélyezte a légtérhasználatot Szerbia bombázásakor, ellenben tevőlegesen nem vett abban részt, kilépett a Varsói Szerződésből és a NATO tagja stb.

Egy számszerűsíthető rendszerösszetevő jövőbeli állapotának teljes leírásához ugyanakkor meg kell fogalmazni az összes lehetséges állapotát, vagyis az azt jellemző paraméter összes lehetséges értékét. Ez nem okoz gondot, ha a lehetséges értékek viszonylag kis számú, diszkrét skálán értelmezhetők. Miután a leíró események száma egyenlő az elem meghatározott jellemzőjét megjelenítő paraméter által felvehető értékek számával, az eseményekkel történő kifejezés nem fog bonyolultabb, terjedelmesebb vagy kevésbé szemléletes rendszerleírást eredményezni, még az egyébként könnyen számszerűsíthető paraméterek esetében sem. Nagy, vagy végtelen számú lehetséges állapothoz viszont végtelen sok esemény társul, amely a rendszerleírásnak ezt a módját lehetetlenné teszi. Erre az egyik legszemléletesebb példa, amikor egy paraméter egy folytonos intervallumon bármilyen értéket felvehet. Az elem jellemzőjének egy változóval történő kifejezése ebben az esetben jóval egyszerűbbnek tűnhet, mint az eseményekkel történő megjelenítés bármilyen módja. Emellett, az elemek egymáshoz való viszonya így a változók közötti kapcsolatokkal ragadható meg, szemben a változóértékek közötti kapcsolatokkal. Mindez azonban egyrészt annak a feltételezését is jelenti, hogy a változó értékei közötti kvantitatív különbségeket relatív, egymással összehasonlítható és minősíthető állapotbeli különbségeket takarnak, ami nincs mindig így. Másrészt, ha a változók közötti kapcsolat értéktől függetlenül definiált, nem számolunk azzal, hogy az elemek viszonya pillanatnyi állapotuk függvényeként is alakulhat. A levegő például egyértelműen hidegebb 5°C -nál ha a hőmérséklete akár végtelen kis mértékkel alatta van ennek az értéknek. Ugyanakkor nem feltétlenül jelent minőségbeli különbséget, ha valakinek a testhőmérséklete $36,3^{\circ}\text{C}$, vagy $36,35^{\circ}\text{C}$, hiszen egyik esetben sem mondjuk, hogy „egészségesebb” mint a másikban. A kapcsolatokra vonatkoztatott probléma egyszerűen szemléltethető a sávós adózás példáján keresztül. A különböző, kitüntetett jövedelemszintekben más-más arány kerül befizetésre, ami a jövedelem és a befizetett adó, mint rendszerelmek közötti kapcsolat változóértékektől függő módosulását jelenti. Mindemellett, még akkor is, ha a rendszer működését leíró modell olyan változókkal számol, amelyek végtelen sok értéket vehetnek fel, a gyakorlatban általában a lehetséges állapotok leírásakor ezek az értékek véges számú állítással kerülnek kifejezésre. Ezekben az állításokban összevonásra kerülnek azok az értékek, amelyek az elem, a leírás célja szempontjából ugyanolyan minőségét jelenítik meg. Ilyen, amikor azt mondjuk: valakinek „nincs láza”. Az összevonás gyakori az olyan paraméterek esetében is, amelyek különböző értékei minőségében eltérő állapotot tükröznek. Ezek az összevonások technikai jellegűek és a rendszer jövőbeli állapotának leírását könnyítik meg. A meteorológus, a várható időjárás előrejelzésénél nem sorolja fel a várható hőmérséklet valamennyi lehetséges értékét, hanem egy intervallumba sorolja őket, amikor kijelenti, hogy az 5°C és 10°C között várható. A másik oldalról, már a rendszer modellezhetőségéhez is külön-külön kell megjeleníteni azokat a változóértékeket, amelyek esetén módosul az elem viszonya egy vagy több másik összetevőhöz. Így lehetséges, hogy egy változóhoz több, esemény formájában megfogalmazott állítás is társul.

Amennyiben tehát elfogadjuk azt, hogy egy rendszer állapota praktikusán megjeleníthető eseményekkel, a kérdést az jelenti, hogy mennyiben tükrözik ezek az események, illetve bekövetkezési valószínűségeik a rendszerelemek olyan jövőbeli állapotait, amelyek nem fogalmazódnak meg magukban az eseményekben. Másképpen, kifejezhető-e egy rendszer általános állapota az összetevőinek speciális állapotát megjelenítő események bekövetkezési valószínűségeivel? Ennek megválaszolásához mindenekelőtt a speciális állapot fogalmát célszerű megalkotni.

A továbbiakban egy rendszerelem állapotát speciálisnak nevezzük akkor, ha az a vizsgáló szempontjából, bármely más állapothoz képest elkülönült jelentőséggel bír, homogén minőséget képvisel, vagy ilyen állapotot befolyásol úgy, hogy ez nem jelenik meg a saját, jelentőséggel bíró állapotában.

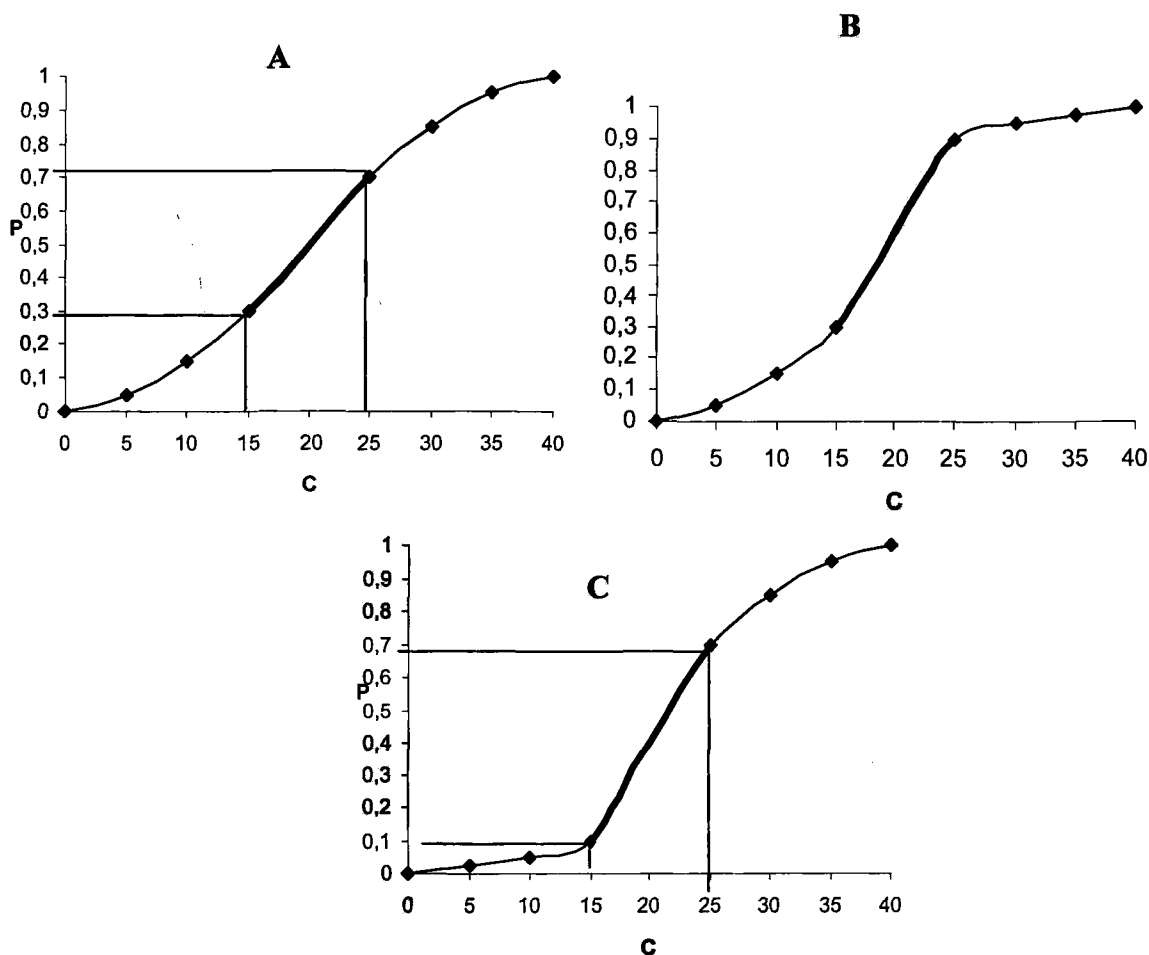
Speciális állapotot kifejező események, a folytonos változókkal jellemezhető elemek esetében leggyakrabban a változóértékek egy intervallumát, diszkrét állapotokkal jellemezhető elemeknél ezen állapotok adott halmazát jelenítik meg. Speciális állapotot fejezhet ki például az, hogy a hőmérséklet fagypont alatt lesz holnap. Ez az esemény a hőmérsékletet kifejező, nullánál alacsonyabb Celsius értékek folytonos intervallumát jeleníti meg. Az időjárás képezi a rendszert, és ha az állapotleírás, mint időjárás-jelentés a gépjárművezetők számára készül, az elkülönült jelentőség abból adódik, hogy ekkor fagyálló folyadékot kell használni a hűtőben, míg a rendszer bármely más állapotában nem. A homogén minőség a példában azt jelenti, a fagyálló alkalmazásának követelménye szempontjából mindegy, hogy a hőmérséklet melyik nulla alatti értéket veszi fel. Egy rendszerelem állapotát kifejező paraméter változóértékeihez több speciális állapotot kifejező intervallum is rendelhető, például amikor azt mondjuk, valaki lázas, hőemelkedése van, vagy normális a testhőmérséklete. A különböző intervallumokba tartozó hőmérsékleti értékek különböző minőségi állapotokat jelenítenek meg, egymástól elkülönült jelentőséggel bírnak, ugyanakkor az egyes állapotokon belül mindegy, hogy a test hőmérséklete az intervallum mely pontjában van. Természetesen speciális állapot lehet egy adott hőmérsékleti érték is, itt azonban a valószínűség meghatározásának a problémája merül fel. Hasonlóképpen lehetne példázni azokat az eseteket, amelyekben a rendszerelem diszkrét változóval jellemezhető. A speciális állapot a lehetséges állapotokat leíró eseménytér egy részhalmazát jelenti ott is, ahol az elem állapotát kifejező paraméter nehezen, vagy nem ragadható meg numerikus változóértékkel. Ha például egy ország háborúban áll, a speciális állapotot azok az események jelentik, amelyek a vele háborúzó országokkal fennálló viszonyokat írják le, az országokénti viszonyt leíró események halmazán belül.

A kérdés innentől az, hogy mennyiben lehetséges egy rendszer jövőbeli állapotát kifejezni a vizsgáló szempontjából fontos paraméterek tekintetében, a speciális állapotok bekövetkezésének valószínűségével. Ha az elemeket elkülönülten vizsgáljuk a válasz egyszerű, hiszen a speciális állapotok pontosan a vizsgálat szempontjából jelentőséggel bíró lehetőségeket ragadják meg. Mindez nem jelenti azt, hogy egy rendszerben végbemenő változások automatikusan tükröződni fognak a speciális

állapot valószínűségének a változásában, ami azonban önmagában még nem rontja az adott célra készült rendszerleírás értékét. Ha például az elemzés szempontjából az kap jelentőséget, hogy a hőmérséklet eléri a 90°C értéket és ennek valószínűsége a jelenlegi körülmények közepette nulla, de a jövőben a hőmérsékleti értékek emelkednek a globális felmelegedés hatására, a 90°C elérésének az esélye változatlanul nulla maradhat. A rendszerleírás szempontjából azonban példánkban nem volt fontos az, hogy mekkora a hőmérséklet csúcsértéke, ha 90°C alatt van.

Az elemek mindazonáltal kapcsolatban állnak egymással, így egymásra gyakorolt hatásuk valamennyi állapotukban érvényesülhet. A speciális állapot valószínűségének a megváltozása önmagában nem sokat mond a többi lehetséges állapot valószínűségének alakulásáról. Így, ha valamely összetevő a vizsgáló szempontjából jelentőséggel nem bíró állapotában hatással van egy másik elem, a vizsgáló szempontjából jelentőséggel bíró állapotára, úgy ennek az állapotnak a bekövetkezési esélyeit is ismernünk kell, azaz ezt is speciálisként kell kezelnünk. Az illusztrációhoz vegyünk egy olyan esetet, amikor a lehetséges állapotok folytonos valószínűségi változóval jellemezhetők (ez olyan elem esetében fordul elő, amely jellemző tulajdonságát egy adott intervallumon folytonos változó jeleníti meg). A lehetséges állapotokat kifejező valószínűségi változó eloszlásfüggvényein keresztül látható, hogy a speciális állapotot tartalmazó intervallum valószínűségének növekedését jelentő információ önmagában még nem mondja meg, hogyan alakulnak az attól eltérő állapotok bekövetkezésének esélyei (3.1-2. ábra).

3.1-2. ábra: Speciális és nem speciális állapotok jövőbeli alakulásának lehetőségei



A diagrammok a levegő hőmérsékletének eloszlásfüggvényeket ábrázolják. Tegyük fel, hogy egy rendszer jövője leírásának szempontjából annak van jelentősége, ha a hőmérséklet 15°C és 25°C közé esik. Ennek esélye az esemény által meghatározott jövőbeli időpontban 40% (A). Ha csak annyi információval rendelkezünk, hogy valamely külső hatásra a 15°C és 25°C közötti hőmérséklet bekövetkezésének esélye 70%-ra nő, nem tudunk semmit mondani arról, hogy ez a változás mely állapotok „rovására” fog végbemenni. Az is elképzelhető, hogy a 25°C-nál magasabb hőmérséklet esélye 30%-ról 10%-ra csökken, míg a 15°C alatti hőmérséklet esélye változatlan marad –ha a kiváltó tényező például egy hidegebb léghullám (B). Mindemellett az is éppúgy lehetséges, hogy a 25°C feletti hőmérséklet esélye marad változatlan, és a 15°C alatti hőmérséklet esélye csökken 30%-ról 10%-ra, - ha a kiváltó tényező egy melegebb léghullám (C). Ezen kívül lehetséges, hogy mind a két tartomány, - a 15°C alatti és a 25°C feletti – változik. Amennyiben egy másik rendszerelem a vizsgáló szempontjából jelentőséggel bíró állapotára gyakorolt hatást meg lehet ragadni azzal, hogy a hőmérséklet 15°C és 25°C közé fog esni vagy sem, a többi tartomány esélyeinek alakulását nem szükséges ismerni. Ezzel ellentétben, ha ebből a szempontból a többi tartomány is meghatározó, akkor azokat is speciális állapotként kell értelmeznünk.

A fentiek alapján tehát elképzelhető hogy egy adott rendszerösszetevőhöz több speciális állapot társul anélkül, hogy bármelyik is elkülönült jelentőséggel bírna a

jövőkép leírásához, ugyanakkor azok ilyen vagy olyan alakulása valamely más elem jelentőséggel bíró állapotának bekövetkezését segíti elő, vagy hátráltatja. Ezért fontos a figyelembevételük a forgatókönyvek generálása során. A folytonos intervallumon mozgó változóértékekre vonatkoztatott megállapítások éppúgy igazak, ha egy elem jellemző paraméterei diszkrét változóértékekkel vagy állapotokkal ragadhatók meg.

3.1.2 *A valószínűségi értékekre vonatkozó megfontolások*

Ahhoz, hogy egy rendszer jövőbeli fejlődését, átalakulásait vizsgálni tudjuk, ismernünk kell az elemzés időhorizontjának különböző szakaszaiban jellemző lehetséges állapotait, hiszen egy adott időszakban felvett állapot befolyásolhatja a későbbieket. Emellett a külső tényezők meghatározott időintervallumokban jelentkezhetnek, és adott időperiódusokra nézve fejthetik ki hatásukat. Miután az egyes állapotok lehetőségekként jelentkeznek, szükséges az intervallumokra vonatkozó valószínűségi értékek ismerete. A speciális állapot jelentése mellett ezért fontos tisztázni a bekövetkezési valószínűségek jelentéstartalmát is. Erre azért van szükség, mert a társadalmi-gazdasági területek alakulását, vagy jövőbeli állapotuk megjelenítését célzó események általában olyanok, amelyek bekövetkezéseire nézve nehéz, vagy lehetetlen tapasztalati adatokat szerezni a múltból, illetve nehezen lehetne rájuk alkalmazni a nagy számok törvényét. Az ilyen események bekövetkezésének esélyében egyaránt kifejeződik a váratlanság és a bizonytalanság. A váratlanság növekedésével csökken az esemény bekövetkezési valószínűsége, míg a bizonytalanság növekedésével a $p=0.5$ értéket közelíti bármilyen korábbi értékről (Nováky, szerk.[1997]). Az események bekövetkezési valószínűségei így legtöbbször szubjektív értékek, amelyek a becslést végző állásfoglalását fejezik ki arra nézve, hogy mennyire hisz az esemény bekövetkezésében azzal szemben, hogy az nem következik be. A szubjektív valószínűségekkel szemben viszont konzisztencia kritériumok állnak fenn, azaz meg kell felelniük a valószínűségelmélet tételeinek.

Ha az esemény nem ismétlődő, azaz a vizsgált időhorizonton csak egyszer következhet be, egy adott időperiódusban – az elsőt kivéve – a valószínűség függ attól, hogy a korábbi időszakokban mekkora esély volt a bekövetkezésre. Sajátos módon a későbbi időszakok bekövetkezési esélyei nem befolyásolják a korábbi periódusok értékeit. Ennek megfelelően nem mindegy, hogy a valószínűség becslésekor csak azokat a körülményeket vesszük figyelembe, amelyek az adott periódusban befolyásolják a bekövetkezést, vagy úgy adjuk meg az értéket, hogy abban figyelembe vesszük azt, hogy a megelőző periódusokban is van esély a bekövetkezésre. A kérdés jól szemléltethető egy egyszerű példával.

Tegyük fel, hogy valaki három napon keresztül olyan szerencsejátékot játszik, amelynek lényege, hogy két kártyalap – egy piros és egy fekete – közül kell egyet húzni, és a piros nyer. Amennyiben a játékos naponta csak egyszer teszi fel a pénzét, minden nap 50% esélye van a nyeresésre. A nyereség tényét az adott napon E_t eseménnyel kifejezve, ahol t a napot jelöli, a valószínűségi értékek a következők:

$P(E_1)=0.5$, annak valószínűsége, hogy a játékos nyer az első nap,
 $P(E_2)=0.5$, annak valószínűsége, hogy a játékos nyer a második nap,
 $P(E_3)=0.5$, annak valószínűsége, hogy a játékos nyer a harmadik nap.

Abban az esetben, ha a játékos elhatározza, hogy ha nyer, azonnal abbahagyja a játékot, a három napra vonatkoztatott nyerés, mint alapesemény nem ismétlődővé alakul. Fejezzük ki E_t^{ni} eseménnyel a nyerés bekövetkezését a t napon, ahol a felső index az alapesemény nem ismétlődő voltára utal. $P(E_t^{ni})$ az a valószínűségi érték, amelyben figyelembe vettük, hogy a korábbi időszakokban is bekövetkezhet az esemény. Ekkor a valószínűségi értékek a következők:

annak valószínűsége, hogy a játékos az első nap nyer, $P(E_1^{ni})=0.5=P(E_1)$, mert két lap közül kell húznia,

annak valószínűsége, hogy a játékos a második nap nyer, $P(E_2^{ni})=0.25$, mert erre az esély egyenlő annak valószínűségével, hogy nem nyer az első nap, és nyer a második nap, azaz $P(\bar{E}_1 E_2)$ -vel.

annak a valószínűsége, hogy a játékos a harmadik nap nyer, $P(E_3^{ni})=0.125$, mert erre az esély egyenlő annak valószínűségével, hogy nem nyer az első nap, és nem nyer a második nap, és nyer a harmadik nap, azaz $P(\bar{E}_1 \bar{E}_2 E_3)$ -al.

Megítélésünk szerint a becsléseknél célszerűbb azokat a valószínűségi értékeket kérni, amelyekben *nincsenek figyelembe véve a korábbi időszakokat jellemző bekövetkezések (a kalkuláció alapjaként a be nem következések) esélyei*. Erre több indok is felhozható:

- Nincs többlet kalkulációs igény, hiszen csak az adott periódust meghatározó jellemzőkkel kell számolni. Példánkban a becsléshez elegendő annyi információ, hogy két lap közül az egyik nyerő.
- Amennyiben valamelyik periódusban a bekövetkezést befolyásoló jellemzők valamely hatásra úgy változnak, hogy azok nem befolyásolják a későbbi időszakokat, csak erre az adott periódusra kell a módosítást elvégezni. A példánál maradva feltehetjük, hogy a játékos a legelső alkalommal kisebb összeget tesz fel, ezért az első nap három lap – két fekete és egy piros – közül kell húzni. Ebben az esetben csak a $P(E_1)$ érték csökken 0.333-ra, $P(E_2)$ és $P(E_3)$ változatlan marad, nincs szükség újabb kalkulációkra.
- Amennyiben valamelyik periódusban a bekövetkezést befolyásoló jellemzők úgy változnak, hogy az kihat a későbbi időszakokra is, a valószínűségek módosításánál elegendő a minőségi, illetve strukturális változásokra koncentrálni. Így, például ha a második nap változik meg a játékszabály úgy, hogy ezentúl három lap közül kell húzni, a harmadik időszak valószínűségét ugyanúgy kell módosítani, mint a másodikét.

A becsült értékek értelmezési kérdése mellett el kell döntenünk azt is, hogy a forgatókönyvek generálásánál azokkal a valószínűségekkel számoljunk, amelyek kizárólag az adott időszak minőségi és strukturális jellemzői alapján határozódnak meg vagy azokkal, amelyekben közvetlenül figyelembe vettük a korábbi időszakok bekövetkezési esélyeinek értékét is. A válaszhoz abból kell kiindulnunk, hogy a

szcenáriókban elsősorban ok-okozati kapcsolatra épülő eseményláncok jelennek meg. Ehhez feltételeznünk kell, hogy bizonyos események bekövetkeznek meghatározott időszakokban. Egy esemény bekövetkezésének adott, későbbi időszakra gyakorolt hatása ugyanakkor függ attól, hogy a bekövetkezés időben mennyivel előzi meg ezt a befolyásolt periódust. Lényeges lesz emiatt, hogy melyik periódusban feltételezzük a bekövetkezést.

Amennyiben azokkal a valószínűségi értékekkel számolunk, amelyekben kifejeződik, hogy korábban is esély van a bekövetkezésre, szembesülünk azzal a problémával, hogy az adott időszak strukturális jellemzőiből adódó hatást önmagában csökkentik a megelőző időszakok strukturális jellemzői. Ez a csökkenés elérheti azt a mértéket, amely alapján elállunk attól, hogy bekövetkezettnek feltételezzük az eseményt, vagy azt olyan periódusban tekintjük bekövetkezettnek, amikor a rendszer minőségi jellemzői alapján ez kevésbé indokolt. A probléma szemléltethető, ha feltesszük, hogy egy eseményre, például egy háború kitörésére egy adott évben 50% az esély, de a rákövetkező évben ez már 80%, mert az egyik fél katonai szövetségeket épített ki, amely támogatja a másik fél megtámadását. Tegyük fel azt is, hogy a forgatókönyv készítése során bekövetkezettnek feltételezzük minden olyan eseményt, amelynek valószínűsége eléri a $p=0.8$ értéket. Az alapesemény nem ismétlődő, és az egyes periódusok tekintetében az eddigi jelöléseket alkalmazva a következő értékekkel jellemezhető:

$$P(E_1) = 0.5$$

$$P(E_2) = 0.8$$

$$P(E_1^{ni}) = 0.5$$

$$P(E_2^{ni}) = P(\bar{E}_1 E_2) = 0.4$$

Azaz 50% esély van arra, hogy a háború kitör az első évben, és 40% arra, hogy a második évben tör ki, mert itt figyelembe vettük azt, hogy erre korábban is lehetőség van. Azt is látjuk, hogy 90% az esélye a háború kitörésének az első két évben. A bekövetkezés feltételezésének tekintetében következő értelmezési lehetőségeink vannak:

- a) Nem feltételezzük a háború kitörését egyik periódusban sem, hiszen annak az esélye, hogy az adott időszakban következi be, ($P(E^{ni})$) egyikben sem éri el a 80%-ot. Nyilvánvaló, hogy ez a feltételezés nem lenne logikus, hiszen a második évben csak azért $p=0.4$ a bekövetkezési valószínűség, mert a háború kitörhet korábban is. Ha biztosak lehetnénk abban, hogy ez ott nem történik meg, a leírt szabály alapján már feltételeznénk a bekövetkezést.
- b) Nem élünk feltételezéssel arra nézve, hogy a háború melyik évben tör ki, de a forgatókönyvben jelezzük, hogy a második periódus végéig ez nagy valószínűséggel bekövetkezik. Erre a lehetőségre a kumulatív valószínűségek tárgyalásánál bővebben kitérünk. Mindamellet ez kevésbé definiált leírást eredményez, hiszen csak a lehetőséget és nem a bekövetkezést jelenítjük meg.

- c) Feltesszük, hogy a háború az első évben kitör annak alapján, hogy nagyobb esély van arra, hogy ekkor és nem a második évben tör ki, mint arra, hogy a második és nem az első évben tör ki. Ebben az esetben a második évben az esély 0%-ra módosul. Itt viszont a problémát az jelenti, hogy olyan évben feltételeztük a kitörést, amikor ugyanolyan esélye van annak, hogy nem tör ki szemben azzal, hogy a második évben a szövetségi kapcsolat jelentősen megnöveli a háború esélyét. Így magát a szövetségi kapcsolatot és annak következményeit sem jelenítettük meg a rendszerben.
- d) Feltételezzük, hogy a második évben tör ki a háború arra alapozva, hogy önmagában a minőségi jellemzők alapján (a szövetséges támogatása) erre itt nagyobb esély van, mint az első évben. Ebben az esetben azt is feltételeznünk kell, hogy az első évben nem tör ki a háború, vagyis erre az esély 0%. A problémát itt az jelenti, hogy ezzel megszüntetjük az olyan hatások jelentkezésének lehetőségét, amelyeket a valószínűségi értékek képviselnek. Így például az egyik ország éppen azért kezdhet szövetségre irányuló tárgyalásokat az év végén, mert a háborúra volt esély. Ha ez 0% lenne, nem lenne logikus a szövetségi tárgyalások feltevése sem.

A problémák kezelése érdekében célszerű az időzítésre vonatkozó nézőpontunkat úgy megválasztani, hogy a bekövetkezések feltételezése kövesse a rendszer struktúrájából adódó jellemzőket, ugyanakkor ne veszítse szem elől azt, hogy a bekövetkezésre való esély önmagában hatást gyakorolhat. Ezt úgy tehetjük a forgatókönyvek generálása során, hogy a *periódusra vonatkozó minőségi jellemzők által meghatározott valószínűségi értékekkel* dolgozunk. Ha egy eseménynél van esély a bekövetkezésre, de nem feltételezzük a bekövetkezést, a rákövetkező periódusban éppen a minőségi jellemző alapján meghatározott esély van arra, hogy az esemény megtörténjen. A generáláskor lépésről lépésre haladva tekintjük „lezártnak” az egyes periódusokat. Amikor egy periódust lezárunk, és az eseményt nem tekintjük bekövetkezettnek, ezt úgy értelmezzük, hogy a bekövetkezés elmaradt, de erre az időszak során végig volt esély. Így a lehetőség is számításba kerül, de a strukturális jellemzők sem torzulnak. Példánkban ez azt jelenti, hogy feltételezzük, a háború kitörésének megvolt az esélye az első évben de végül ez nem történt meg. A veszélyhelyzetet értékelve az egyik fél szövetségi rendszert épített ki, amellyel megerősítve a támadás esélye 80%-ra nőtt. Ez az érték elegendő ahhoz, hogy a forgatókönyvben e gondolatmenet alapján a háború második évben való kitörését jelenítsük meg. Innentől számítva viszont az összes későbbi periódusra vonatkozó valószínűség $p=0$ -ra módosul, hiszen a háború már kitört.

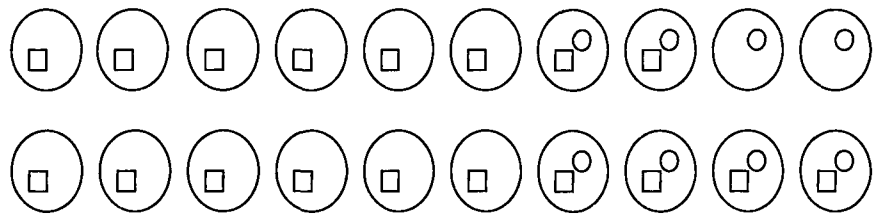
Az egyértelmű jelentéstartalom végett megalkotjuk az „időszakra vonatkoztatott valószínűség” fogalmát, amit a következőképp definiálunk:

Egy esemény adott időszakra - periódusra, intervallumra - vonatkoztatott bekövetkezési valószínűségén annak az esélyét értjük, hogy az esemény a periódus által megadott időszakban bekövetkezik úgy, hogy ebben az értéken nem jelennek meg közvetlenül ennek vagy más eseménynek a korábbi időszakokban való bekövetkezési esélyei.

A definícióban hangsúlyt kell helyoznünk a „közvetlen megjelenés” fogalmára. Természetesen egy adott időszak valószínűségi értékeire meghatározó hatást jelenthet, hogy a korábbi időszakokban is volt esély az események bekövetkezésére. Ezek a hatások azonban nem közvetlenül módosítják a valószínűségi értékeket, hanem az egyes periódusok minőségi és strukturális jellemzőinek közvetítésével. Példánkban azért nő 80%-ra a háború kitörésének esélye, mert az előző évben is volt erre esély, ami alapján az egyik fél katonai szövetség építésébe kezdett. Az első periódusra vonatkoztatott érték hatása tehát a rendszer egy minőségi jellemzőjének közvetítésével befolyásolja a második időszakra vonatkoztatott értéket.

Eddig nem ismételődő eseményekről beszéltünk. Ennek oka, hogy azoknál az eseményeknél, amelyek ismétlődhetnek, önmagában nem fogja csökkenteni egy időszakban a bekövetkezés valószínűségét az, hogy erre korábban is volt esély vagy az esemény bekövetkezett, hanem a változások eleve a rendszer minőségi jellemzőinek közvetítésével jutnak érvényre. Az, hogy az időszakokra vonatkoztatott valószínűségekben nem jelennek meg közvetlenül az előző időszakok értékei, az ismétlődő eseményeknél a bekövetkezési esélyek értékeinek függetlenségét jelenti. Mindez felveti a feltételes valószínűségek szerepének kérdését is. A függetlenség (ami csak az értékek vonatkozásában, és nem a minőségi jellemzők által közvetített hatások vonatkozásában jelentkezik) kérdése szemléltethető a következő példán. Tegyük fel, hogy két napos időhorizonton egy esemény bekövetkezésének valószínűsége az első nap $P(E_1)=0.8$, és hogy ettől nem független a második periódus valószínűsége, azaz ha az első nap bekövetkezik, csak 25%-esély van arra, hogy a második nap megismétlődjék; $P(E_2|E_1)=0.25$. Ebben az esetben a második napon nem lehetne 40%-nál nagyobb esély a bekövetkezésre. A feltételes valószínűség által megfogalmazott kapcsolat azonban a rendszer egyetlen, időben nem változó struktúráját definiálja. Ha a struktúra vagy a minőségi jellemzők változásával számolunk, a feltételes valószínűség értéke is ennek megfelelően változik (3.1-3. ábra), ezért nem befolyásolhatja a második időszak bekövetkezési esélyét. Mindezt bekövetkezési valószínűségek értékei függetlennek tekinthetők az egyes időszakokban. Ezt a függetlenséget éppen a periódusokra vonatkoztatott valószínűségekkel reprezentálhatjuk, amelyek közvetlenül nem befolyásoltak a korábbi periódusok által, azaz esetünkben $P(E_2|E_1)=P(E_2)$.

3.1-3. ábra: A feltételes valószínűség változása a minőségi jellemzők változásával

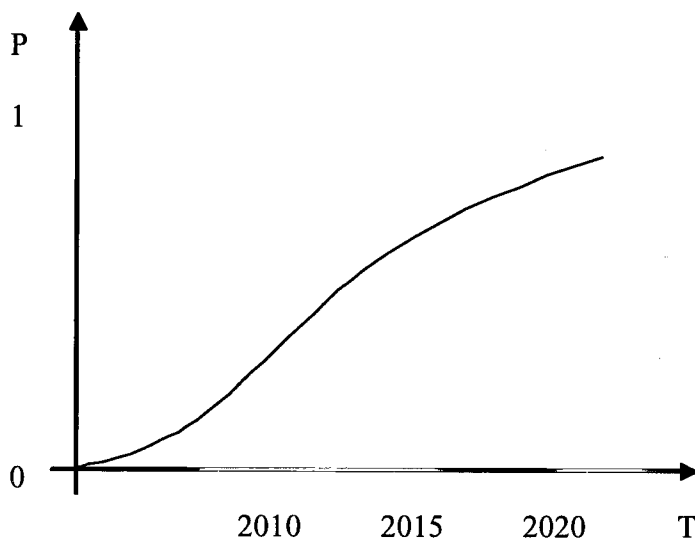


Az ábra felső része a példaként leírt esetet modellezi. A négyzettel jelölt golyók reprezentálják E_1 eseményt. Ha a felső sorból, vakon kellene húzni, 80% esély lenne E_1 bekövetkezésére. Az E_2 eseményt a körrel jelölt golyók szimbolizálják. Láthatjuk, hogy ha 40%-nál magasabb esély lenne a bekövetkezésre, akkor az csak úgy lenne lehetséges, hogy újabb, már négyzetet is tartalmazó golyót, vagy golyókat megjelölünk egy körrel. Ebben az esetben azonban ellentmondanánk a feltételes valószínűség által megszabott keretnek, azaz ha olyan golyót húzunk, amelyen van négyzet, így E_1

bekövetkezik, 2/8-ad helyett 3/8-ad vagy magasabb lenne az esély arra, hogy a golyón kör is van, vagyis az alapesemény ismétlődését kifejező E_2 is bekövetkezik. Ezzel szemben, ha az események bekövetkezését a minőségi jellemzők alapján modellezzük, láthatjuk, hogy E_1 bekövetkezése magát a struktúrát változtatja meg, hiszen ahhoz, hogy ezt biztosan ki tudjuk jelenteni, valamennyi golyónak tartalmaznia kell a négyzetet, lásd alsó sor. Ekkor azonban a $P(E_2|E_1)$ feltételes valószínűség értéke is megváltozik, 0.25-ről 0.4-re. Ha a struktúra további változása alapján nőne E_2 bekövetkezésének esélye, az a feltételes valószínűség újabb módosulását eredményezné. Nincs értelme ezért egy adott struktúrát reprezentáló feltételes valószínűséghez kötni a bekövetkezés esélyét. Ezt úgy tehetjük meg, hogy az értékeket függetlennek tekintjük egymástól.

A szcenárió készítéssel foglalkozó irodalomban emellett előfordul a már említett kumulatív valószínűség fogalma is, ami annak az esélyét mutatja, hogy az esemény az időhorizont kezdőpontjától indulva több, egymás melletti periódus által alkotott időintervallumon bekövetkezik (Lipinski-Tydemann [1979], Helmer [1981], Amara-Lipinski [1983]). A kumulatív valószínűség használatának előnye elsősorban a „kényelmes” becslőhetőségből fakad (3.1-4. ábra).

3.1-4. ábra: Kumulatív valószínűség



A kumulatív valószínűség meghatározásához a becslést végző szakértők kérdezhetők arról, melyik az az időpont, amely előtt az esemény biztosan bekövetkezik, illetve melyek azok az időpontok, amelyek előtt erre adott, például 80%, 50%, 25% stb. esély van. A becslés másik módja, amikor a kérdés arra vonatkozik, mekkora az esélye annak, hogy az esemény meghatározott időpontok, például 2020-ig, 2015-ig, 2010-ig stb. bekövetkezik. Az így kapott adatokra görbe illeszthető, amely a horizont kezdeti időpontjától számított tetszőleges időszak végéig kifejezi a kumulatív valószínűségeket.

A kumulatív valószínűségek alkalmazhatósága esetünkben attól függ, mennyiben konvertálhatók át értékei az előzőekben meghatározott értékekké. A kérdés vizsgálatához célszerű különválasztani az ismétlődő és nem ismétlődő eseményeket, illetve periódusokra osztani az időhorizontot, meghagyva a lehetőséget azok hosszának egyenként történő szabad meghatározására úgy, hogy az ismétlődő események egy időszakon belül csak egyszer következhessek be.

Ismétlődő események

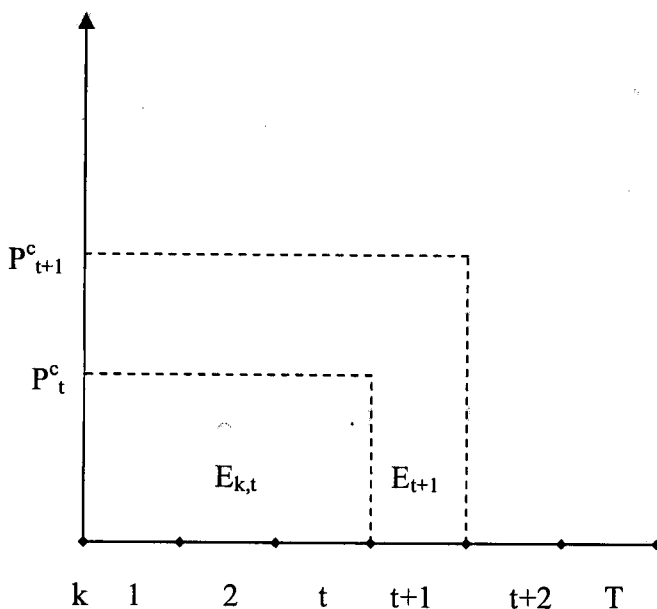
Az ismétlődő eseményeknél, amelyek többször is bekövetkezhetnek, a kumulatív valószínűség annak az esélyét jelenti, hogy a horizont kezdeti időpontjától számítva, az esemény legalább egyszer bekövetkezik. A kérdés tehát az, hogy meghatározható-e a kumulatív értékekből a periódusokra vonatkozó adatok. Jelöljük P_t^c -vel a valószínűségét annak, hogy az esemény legalább egyszer bekövetkezik a horizont kezdetétől a t -edik periódussal bezáródó időszakban, ahol t ismét a periódusok indexe. Jelölje továbbá $E_{k,t}$ azt, hogy a kérdéses esemény (legalább egyszer) bekövetkezik a horizont kezdetétől a t -edik periódussal bezáródó időszakban, valamint E_t változatlanul azt, hogy az esemény bekövetkezik a t -edik periódusban. Ekkor:

$$P_{t+1}^c = P(E_{k,t} + E_{t+1})$$

(3-1.)

A $t+1$ -edik periódussal bezáródó időszakra vonatkozó kumulatív valószínűség annak az esélyét mutatja, hogy az esemény a t -edik periódussal bezáródó időszak és a $t+1$ -edik periódus közül legalább az egyikben bekövetkezik (3.1-5. ábra).

3.1-5. ábra: Kumulatív valószínűségek a periódusok alapján



A vízszintes tengelyen az egyes időperiódusok, a függőleges tengelyen a valószínűségi értékek vannak. A t -edik periódussal bezáródó időszak kumulatív valószínűsége az $E_{k,t}$ bekövetkezési valószínűsége alapján határozódik meg. A következő periódussal bővítve az intervallumot, ehhez hozzá kell számítanunk annak az esélyét is, hogy az esemény itt bekövetkezik.

A (3-1.)-t az időszakokra vonatkoztatott valószínűségekkel is kifejezhetjük, azaz

$$P_{t+1}^c = P(E_{k,t}) + P(E_{t+1}) - P(E_{k,t} E_{t+1}) = P_t^c + P(E_{t+1}) - P(E_{k,t} E_{t+1})$$

(3-2.)

hiszen: $P(E_{k,t})=P_t^c$. Ezt átrendezve a következőt kapjuk:

$$P(E_{k,t}E_{t+1}) = P_t^c + P(E_{t+1}) - P_t^c$$

(3-3.)

Az értékek függetlensége miatt ugyanakkor:

$$P(E_{k,t}E_{t+1}) = P(E_{t+1}) \cdot P(E_{k,t}) = P(E_{t+1}) \cdot P_t^c$$

(3-4.)

Az (3-3.)-ből az (3-4.)-et kivonva, és az eredményt átrendezve látható, hogy a $t+1$ -edik periódusra vonatkoztatott valószínűség kiszámítható a kumulatív értékekből:

$$P(E_{t+1}) = \frac{P_{t+1}^c - P_t^c}{1 - P_t^c}$$

(3-5.)

Figyelembe véve azt, hogy az első periódusra vonatkoztatott valószínűség egyenlő az ezzel bezáródó időszak kumulatív valószínűségével, a további periódusokra vonatkoztatott értékek meghatározhatók a kumulatív értékek alapján.

A kumulatív értékekkel kapcsolatban azonban problémát jelent, hogy a becslés során figyelembe kell venni az együttes bekövetkezés lehetőségét, ami plusz kalkulációs igényt jelent ahhoz képest, hogy pusztán a rendszer minőségi jellemzőivel számolunk. Ennek szemléltetésére térjünk vissza a kártyás példához. A játékos most nem hagyja abba a játékot ha nyer. A kumulatív valószínűség meghatározásához a becslőtől azt kérdezzük, hogy mekkora az esély a nyeresre az első nap végéig, a második nap végéig és a harmadik nap végéig. Az értékek megadásához a (3-2.)-ből adódóan a becslőnek tisztában kell lennie azzal, hogy 25% az esély van arra, hogy a játékos az első és második nap is nyerni fog és 37.5% esély van arra, hogy az első két nap valamelyikén (esetleg mindkettőn) és a harmadik napon is nyerni fog.

Nem ismétlődő események

A nem ismétlődő eseményeknél a kumulatív valószínűség annak az esélyét mutatja, hogy azok a horizont kezdetétől számított és az adott periódus végével bezáródó időszakban bekövetkeznek. Miután itt nem beszélhetünk arról, hogy az esemény többször is megtörténhet, P_t^c annak a valószínűségét jelöli, hogy az a t periódussal bezáródó időszakban fog bekövetkezni, $E_{k,t}$ pedig változatlanul arra utal, hogy az esemény bekövetkezik a horizont kezdetétől számított, és t -edik periódussal bezáródó időintervallumon. Figyelembe véve, hogy a nem ismétlődő eseményeknél egy adott időszakban történő bekövetkezés nullára redukálja az összes rákövetkező időszak valószínűségét, az intervallum bővítése során a korábbi kumulatív valószínűséghez annak az esélye adódik hozzá, hogy a bővítés periódusában és nem korábban bekövetkezik be az esemény, azaz:

$$P_{t+1}^c = P_t^c + P(\bar{E}_{k,t} E_{t+1}) \quad (3-6.)$$

ahol

$$P(\bar{E}_{k,t} E_{t+1}) = P(E_{t+1} | \bar{E}_{k,t}) \cdot P(\bar{E}_{k,t}) \quad (3-7.)$$

Miután

$P(E_{t+1} | \bar{E}_{k,t}) = P(E_{t+1})$, és $P_t^c = P(E_{k,t})$, az intervallum bővítésével kumulatív valószínűség a következő:

$$P_{t+1}^c = P_t^c + P(E_{t+1}) \cdot (1 - P_t^c) \quad (3-8.)$$

amelyből a $t+1$ periódusra vonatkoztatott érték:

$$P(E_{t+1}) = \frac{P_{t+1}^c - P_t^c}{1 - P_t^c} \quad (3-9.)$$

Láthatjuk, hogy a nem ismétlődő eseményeknél is kiszámíthatók a periódusokra vonatkoztatott értékek a kumulatív valószínűségekből. Mindemellett a kumulatív értékek meghatározásánál a becslést végzőnek figyelembe kell vennie a korábbi időszakok értékeit, ami pótlólagos kalkulációs igényt jelent. A kártyás példánál maradva, a második nap kumulatív valószínűségének a becslésénél figyelembe kell venni azt, hogy 50%-esély van arra, hogy a játékos nem nyer az első nap. Így a második nappal bezáródó intervallum kumulatív valószínűsége $P^c_2=0.75$, azaz 75%-esély van arra, hogy a játékos az első két nap valamelyikén nyer. Ebből kiindulva 25% esély van arra, hogy a játékos az első nap egyikén sem nyer, így a harmadik nappal bezárólag 87,5% az esélye annak, hogy nyer. Ennél egyszerűbb a periódusokra vonatkoztatott valószínűségeket becsülni, hiszen ott elegendő az az információ, hogy két lap közül kell húzni.

Meggyőződésünk, hogy a fent említett többlet kalkulációs igény és az ebben rejlő, inkonzisztenciához vezető veszélyek (a becslést végző nem járatos a valószínűségelmélet tételeiben) miatt, a becslésnél célszerűbb az időszakra vonatkoztatott valószínűségek adatait megadni a kumulatív értékek helyett. Emellett, miután az időszakra vonatkoztatott értékek az előzőek alapján átkonvertálhatók kumulatív értékekké, felmerül a kérdés célszerű-e, és ha igen hogyan érdemes használni a kumulatív valószínűségeket a forgatókönyvek készítésénél. A válaszhoz a

felhasználási lehetőségeket két aspektusból vizsgáljuk; a forgatókönyvek generálásának, illetve a forgatókönyvek tartalmának a szempontjából.

A forgatókönyvek generálása kapcsán már említettük, nem mindegy hogy egy-egy esemény bekövetkezését melyik periódusban feltételezzük. Ennek eldöntéséhez a kumulatív valószínűségek az időszakra vonatkoztatott értékekhez képest nem nyújtanak elegendő többletinformációt. A szemléltetéshez tegyük fel, hogy egy ismétlődő esemény bekövetkezésére az egyes periódusokban a következők az esélyek:

1. periódus: 80%
2. periódus: 10%
3. periódus: 10%
4. periódus: 50%

Az időszakok értékeinek függetlensége miatt a kumulatív valószínűség alapján azt mondhatjuk, hogy az esemény (legalább egyszeri) bekövetkezésének az esélye:

1. periódus végéig: 80%
2. periódus végéig: 82%
3. periódus végéig: 83.8%
4. periódus végéig: 91.9%

Az értékekből láthatjuk, meglehetősen magas annak az esélye, hogy az esemény legalább egyszer bekövetkezik a negyedik periódus végéig. Célszerű ezért a forgatókönyvet arra alapozni, hogy ez az esemény bekövetkezik. A későbbi időszakokra gyakorolt hatás miatt azonban nem mindegy, hogy az esemény mikor következik be. Logikus közelítés, ha a bekövetkezést abban a periódusban feltételezzük, amikor erre nagy, vagy a többihez képest nagy esély van. Tegyük fel, hogy ehhez most a $P=0.9$ küszöbértéket határozzuk meg, vagyis a forgatókönyvben bekövetkezettnek feltételezzük az eseményt, ha erre 90%-nál nagyobb esély van. A kumulatív értékekből önmagukban mindössze annyi információt nyerünk, hogy a negyedik periódus végére az eseményt legalább egyszer bekövetkezettnek kell feltételeznünk, hiszen erre a négy periódus által alkotott intervallumban közelítőleg 92% az esély. Az első három periódus alapján számolt értékből ugyanakkor azt az információt nyerjük, hogy az eseményt nem kell bekövetkezettnek feltételeznünk, hiszen az intervallumra vonatkoztatva a valószínűség nem éri el a küszöbértéket. Ha az eseményt a negyedik periódusban tekintjük bekövetkezettnek, nem járunk el logikusan, hiszen arra sokkal kisebb az esély, mint az első periódusban. Ahhoz tehát, hogy a periódusok között választani tudjunk, ismernünk kell, illetve ki kell számítanunk periódusra vonatkoztatott valószínűségeket is, önmagukban nem elegendők a kumulatív értékek. A probléma még inkább érezhető, ha azt feltételezzük, hogy az esemény többször is bekövetkezik, és el kell döntenünk, hogy a bekövetkezések mely periódusokra vonatkozzanak.

A forgatókönyvek tartalmának a szempontjából viszont, az előzőekkel szemben a kumulatív valószínűségek értékes információt szolgáltatnak. Ez abból fakad, hogy

összevontan kezelik az egyes periódusokra vonatkozó értékeket, ezáltal azokhoz képest nem elhanyagolható többletinformációt jelentenek. Ha ettől eltekintenénk, az azt eredményezné, hogy egy periódusra vonatkozó érték önkényesen nagyobb súllyal jelenik meg a verbálisan megfogalmazott forgatókönyvben, mint az intervallumra vonatkozó érték. A fenti példánál maradva, ha csak a periódusokra vonatkoztatott adatokból indulunk ki, forgatókönyv nem tartalmazza az esemény bekövetkezését, hiszen annak esélye egyszer sem éri el a küszöbértéket (igaz, az esemény be nem következését sem tartalmazza). Ennek ellenére, ha a periódusokat egyben kezelnénk, a szcenárió az esemény bekövetkezését jelenítené meg, hiszen a négy periódusból alkotott intervallumon ennek a valószínűsége átlépi a küszöbértéket.

A probléma kezelésére célszerű a forgatókönyvek generálása során a periódusokra vonatkoztatott értékekből kiindulni az egyes események bekövetkezésének feltételezésénél. A bekövetkezések által kifejtett hatások ezáltal kalkulálhatók a későbbi periódusok vonatkozásában. Emellett azok a hatások sem vesznek el, amiket olyan események közvetítenek, amelyekre nézve nem tételeztünk fel bekövetkezést még akkor sem, ha erre adott intervallumon belül nagyon magas az esély, hiszen ezeket a hatásokat közvetítik a periódusokra vonatkoztatott valószínűségi értékek. A forgatókönyvekben ugyanakkor e bekövetkezettnek tekintett eseményeken felül meg kell fogalmazni azt, ha egy intervallumon nagyon magas az esély a bekövetkezésre, annak ellenére, hogy nem számolunk azzal, hogy az biztosan megtörténik. Így a felhasználó nem veszíti el a kumulatív értékek alapján nyert plusz információt.

A fogalmak meghatározása alapján elmondható, hogy egy terület jövőbeli állapotainak vizsgálatánál önmagában nem jelent korlátot, ha azt az összetevői speciális állapotának bekövetkezését kifejező események valószínűségeivel írjuk le. A változóértékekkel történő megjelenítés ugyanis egy az egyben lefedhető eseményekkel, ugyanakkor a jövőbeli állapot kialakulásának esélyét megjelenítő valószínűség meghatározásához össze kell vonnunk az értékeket olyan esetekben, amikor azok száma végtelen vagy a gyakorlatban történő kezelhetőséghez túlságosan magas. Az összevonás megfeleltethető a speciális értékek meghatározásának, így az eseményekkel jellemzett rendszerleírás nem tartalmaz kevesebbet, mintha az adott területet változókkal jellemeznénk. Az események emellett magukban foglalhatnak nehezen számszerűsíthető tényezőket, bővítve a változókkal történő leírás lehetőségeit. A valószínűségi értékek esetében célszerű a bekövetkezés esélyére rákérdezni úgy, hogy abban nem vesszük figyelembe a korábbi időszakok értékeit, hanem kizárólag az adott időszakban meghatározó tényezőkre koncentrálunk. Így elkerüljük, hogy a nem ismétlődő eseményekkel és a kumulatív valószínűségekkel kapcsolatos pótlólagos kalkulációs teher a becslést végzőre nehezedjen. A szcenáriók generálása során is célszerű a periódusokra vonatkoztatott valószínűségekkel dolgozni és az esemény bekövetkezését feltételezni ott, ahol ez az érték átlép egy meghatározott küszöböt. Ahol nem tételeztünk fel bekövetkezést, az ismétlődő és nem ismétlődő eseményeknél egyaránt célszerű kiszámítani a kumulatív valószínűségeket. Ha egy adott intervallumon belül a bekövetkezés esélye magas, azt rögzíteni kell a forgatókönyvben.

3.1.3 Kapcsolatrendszer megjelenítésére vonatkozó megfontolások

Egy terület lehetséges jövőjének feltárásakor az összetevők állapotának kifejezési módja mellett egyenrangú jelentőséggel bír az elemek közötti kapcsolatok kezelésének módja. Ez fogja meghatározni a különböző állapotok közötti átmenetek kezelésének lehetőségeit, így a folyamatok modellezésének a korlátai is leginkább itt jelentkezhetnek. A következőkben ezért elsősorban azt vizsgáljuk, hogy a forgatókönyvek generálása céljából vázolt technika kapcsolatkezelése magában foglalja-e a kapcsolatok mennyiségi vagy minőségi korlátozását.

Amennyiben az előzőek alapján elfogadjuk, hogy a rendszerösszetevők speciális állapotát meghatározó eseményekhez társított bekövetkezési valószínűségek kifejezik a rendszernek az elemző szempontjából jelentőséggel bíró jövőbeli állapotát, úgy az elemek közötti kapcsolatok megragadhatók e valószínűségek egymásra gyakorolt, a rendszer minőségi jellemzői által közvetített hatásaival. A két elem között fennálló kapcsolat azt jelenti, hogy az egyik elem állapotában végbemenő változás, maga után vonja a változást a másik állapotában. A 3.1.1 pontban definiáltuk, hogy speciálisnak tekintünk minden olyan állapotot is, amely egy másik speciális állapotra hatással van. Amennyiben tehát egy elem úgy változik, hogy a rendszer jövőjének leírása szempontjából jelentőséggel bíró állapotot befolyásol –ami lehet ugyanannak az elemnek vagy egy másiknak a későbbi állapota–, az egyaránt megjelenik a hatást kiváltó, valamint a befolyásolt speciális állapotok bekövetkezéseit megjelenítő események valószínűségeiben. Az elemek közötti kapcsolatot ilyenformán kifejezi a speciális állapotuk bekövetkezési valószínűségei közötti kapcsolat, nevezetesen az, hogy az egyik bekövetkezésének adott valószínűsége hogyan változtatja meg a másik bekövetkezési valószínűségét. Ha például a napi hőmérsékleti értékek összességében csökkenni kezdenek mert közeledik a tél, megnő annak a speciális állapotnak a valószínűsége, hogy a hőmérséklet fagypont alá fog esni. Mindemellett megnő annak is a valószínűsége, hogy az autók nem fognak fagyálló nélkül működni, amely esetben a speciális állapotot például az üzemképtelenség jelenti. A kapcsolat kifejezhető azzal, hogy mennyiben változik a fagyálló nélküli autók elromlásának esélye annak hatására, hogy a fagypont alatti hőmérsékletet adott valószínűséggel számításba vesszük. A kapcsolati definícióból adódik és külön érdemes aláhúzni, hogy a hatást maguk a valószínűségi értékek indukálják és nem azok egy speciális halmaza. Másképpen fogalmazva, a hatás minden nullánál nagyobb valószínűség esetén értelmezett, nem csak akkor, ha a befolyásoló esemény be is következett.

Az egyik alapvető kérdés tehát abban áll, vajon a hatások a vázolt módon történő kezelése támaszt-e mennyiségi korlátokat a rendszerben megjeleníthető kapcsolatokkal szemben? Ennek megállapításához mindenekelőtt abból kell kiindulnunk, hogy a periódusokra vonatkoztatott valószínűségek kezdetben a speciális állapotok bekövetkezésének azon esélyeit mutatják, amelyek nem tartalmazzák a korábbi időszakok azon hatásait, amelyeket a többi, vagy akár a kérdéses elem gyakorol saját magára. *A továbbiakban ezeket a valószínűségeket kiinduló valószínűségeknek nevezzük.* A kiinduló valószínűségek a rendszer jövőbeli fejlődésének leírása során módosulni fognak, többek között a kapcsolatok figyelembevétele miatt. A tényezők

közötti kapcsolatok, az elemek speciális állapotait megjelenítő események valószínűségeire gyakorolt hatásoként kifejezve három kategóriába sorolhatók:

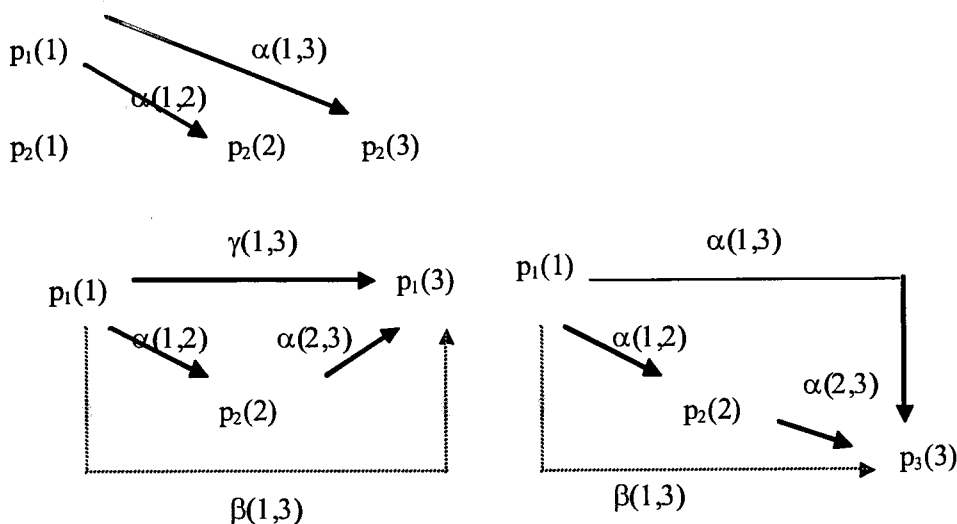
α - hatás, egy elem direkt módon hat a többi elemre következő periódusokban

β - hatás, egy elem közvetve hat a következő periódusokban

γ - hatás, egy elem saját magára is hatással lehet a következő periódusokban

A kidolgozott technika kizárólag a direkt, α és γ hatásokkal dolgozik, amelyekkel azonban a közvetett hatások és visszacsatolási körök is kifejezhetők. (3.1-6. ábra).

3.1-6. ábra: Kapcsolati háló a rendszer leírásában



A rendszert az E_i események jellemzik, és $p_i(t)$ az i -edik esemény bekövetkezésének valószínűségét jelenti a t periódusban $i, t = 1, 2, 3$. Az α hatásokat a folytonos, a β hatásokat pedig a szaggatott nyilak mutatják. A zárójelben az első tag azt a periódust jelöli, amelyben az esemény valószínűsége hatást gyakorol, a második tag azt, amelyben a valószínűségre hatást gyakoroltak. Az E_1 esemény első periódusban meghatározott valószínűsége direkt hatást gyakorol az E_2 valószínűségeire, ezeken keresztül pedig közvetve a saját és az E_3 , harmadik periódusban meghatározott valószínűségére.

Mindhárom hatás egyszerre ragadható meg tehát a direkt kapcsolatban álló események valószínűségei között fennálló hatások feltérképezésével. Dinamikus rendszerben ez azt jelenti, hogy az elemeket kifejező események valószínűségire hatással lehetnek:

- a többi esemény kiinduló valószínűségei a korábbi periódusokban,
- saját kiinduló valószínűségei a korábbi periódusokban,
- a többi elem valószínűségi változásai az összes korábbi periódusban,
- saját valószínűségének változásai az összes korábbi periódusban.

A kidolgozott technika az események illetve az időperiódusok számának növekedésével bővülő, összetett kapcsolatrendszert kezel. Így például két eseményből álló rendszer esetén, három periódust figyelembe véve, az ábrában használt jelöléseket alkalmazva $p_2(3)$, és $p_1(3)$ kiinduló valószínűségeket befolyásolhatja:

$p_1(1)$, $p_2(1)$, $p_1(2)$, $p_2(2)$ kiinduló valószínűségek, valamint
 $\Delta p_1(2)$, ami $p_1(1)$ hatásának figyelembevételéből,
 $\Delta p_1(2)$, ami $p_2(1)$ hatásának figyelembevételéből,
 $\Delta p_2(2)$, ami $p_1(1)$ hatásának figyelembevételéből,
 $\Delta p_2(2)$, ami $p_2(1)$ hatásának figyelembevételéből fakad.

Az, hogy a direkt hatások kifejezik a közvetetteket és ezen belül a visszacsatolási köröket is, nem jelenti azt, hogy a különböző típusú kapcsolatok összemosódnának, vagy többszörösen kerülnének beszámításra. Jól szemléltethető ez a népesség alakulásának a példáján keresztül. Ha megnő annak a valószínűsége, hogy egy ország népessége elér egy kritikus alsó határt, ez egyrészt megnövelheti az esélyét annak, hogy a kormányzat népességnövekedést elősegítő programba kezd. A program bevezetésének növekvő esélye viszont annak valószínűségét csökkenti, hogy a populáció elérje a kritikus alsó határt. Másrészt, az alsó érték elérésének növekvő esélye egy adott periódusban növeli az esélyét annak is, hogy ez a rákövetkező periódusokban is bekövetkezik, ha a népesség növekedési rátája nem változik. A növekedést elősegítő programon keresztül történő visszacsatolás tehát pont ellentétesen működik, mint a populáció alakulásának önmagára gyakorolt hatása.

Fontos, hogy a periódusok hosszát úgy határozzuk meg, hogy az általuk definiált időszakon belül ne jelentkezzenek hatások. Ellenkező esetben ugyanis nem tudnánk figyelembe venni valamennyi hatást. A megfelelő periódushossz kiválasztása általában nem jelent gondot a társadalmi-, gazdasági- vagy technikai környezetben, hiszen a hatások egy része eleve késleltetve jelentkezik. Ha például a parlament meghoz egy törvényt, az nem abban a másodpercben indukálja a vonatkozó viselkedésformák megváltozását, mikor megszavazták. Hasonlóképpen, egy technológiai áttörés gyakorlati alkalmazásához is idő kell. A gazdaság területén a döntéseket általában a gazdaság múltbeli vagy lehetséges jövőbeli állapotáról kapott információk *után* hozzák. Amennyiben egy döntés új szerződések megkötésével vagy a régiók felbontásával jár, számításba vehetjük az ezekhez szükséges időt is. Mindemellett létezhetnek olyan szituációk, amelyeknél egy változás szinte érzékelhetetlenül rövid időn belül érezteti hatását. Ha például az üzemanyag ára meghalad egy kritikus értéket, a felhasználók egy része rögtön felhagyhat a vásárlással, így a kereslet csökkenése párhuzamosan jelentkezik. Hacsak a forгатókönyv által vizsgált időhorizont hossza miatt nem jelenítünk meg félperces periódusokat (ennyi idő legalább kell, még az új árat megjelenítik a kijelzőkön) és általában ez a helyzet, a szcenárió kétségtelenül torzítani fog, ha a hatás nem jelentkezik az általa kezelt perióduson belül. Mindez azonban csökkenthető és elméletileg megszüntethető, ha a periódusok hossza rövidül, vagy az esemény bekövetkezését a periódus végpontjában feltételezzük. Azáltal, hogy a periódusok hossza tetszőlegesen rövidre állítható, a vázolt technika elméletileg lehetővé teszi, hogy a rendszer minden egyes eleme közvetve és közvetlenül is képes

legyen befolyásolni az összes többi összetevőt, beleértve saját magát. Ennek alapján elmondhatjuk, hogy a kapcsolatokkal szemben nem állnak fenn mennyiségi korlátok, hiszen valamennyi esemény összes többire vonatkoztatott viszonyában egyszerre megjelenhet a befolyásoló képesség és a befolyásoltság.

Mindeddig olyan kapcsolatok kerültek tárgyalásra, ahol egy rendszerelem állapotára a többi összetevő külön-külön gyakorol befolyást. A mennyiségi korlátok azonban adódhatnak abból is, hogy a technika nem képes kezelni az úgynevezett magasabbrendű hatásokat. Ezek olyan kapcsolatokat fejeznek ki, amikor egy rendszerelem állapota másként változik, ha a befolyásoló tényezők hatását együttes állapotuk alapján vesszük figyelembe, mintha ezt külön-külön tennénk, és a hatásokat valamilyen módon összesítenénk. Másképpen fogalmazva, az állapot bekövetkezését kifejező esemény valószínűségére a többi esemény valószínűségei együttesen másként gyakorolnak hatást, mint összesítve. Ez a különbség már egy leegyszerűsített háromelemű, E_1 , E_2 és E_3 eseményekből álló rendszeren keresztül is jól érzékeltethető. Az egyszerűsítés abból áll, hogy a hatásokat a valószínűségi tartománynak csak két speciális pontjában vizsgáljuk, nevezetesen azoknál, amelyek az esemény egyértelmű bekövetkezését illetve be nem következését jelentik. Az E_3 eseményre gyakorolt hatás a következő lehetőségek valamelyike alapján határozódik meg:

$$[E_1 E_2]$$

$$[\bar{E}_1 E_2]$$

$$[E_1 \bar{E}_2]$$

$$[\bar{E}_1 \bar{E}_2]$$

Ha például a hatásokat összesítjük, amikor E_1 nem következik be és E_2 bekövetkezik, elegendő lenne E_2 befolyásával foglalkozni, hiszen a másik esemény nem játszik szerepet. Magasabb rendű hatásról beszélünk viszont, ha ebben az esetben E_2 másképpen befolyásolná E_3 -at, mintha E_1 -is bekövetkezne. Ha nem lenne magasabb rendű hatás, E_3 valószínűségének meghatározásához elegendő lenne az $[\bar{E}_1 E_2]$ és az $[E_1 \bar{E}_2]$ esetek hatásait összesíteni és a kiinduló valószínűséget ez alapján módosítani, ha E_1 és E_2 is bekövetkezik. Magasabb rendű hatás esetén viszont külön kell kezelnünk $[E_1 E_2]$ -t, mert másképpen módosul a valószínűség, mint azt az összesítés alapján számolnánk.

Egy n elemű rendszerben, a bekövetkezéseken és a be nem következéseken alapuló magasabbrendű hatások maximális száma $n2^{n-1}$. Ez abból adódik, hogy egy elemre $n-1$ másik elem hat. Ezek bekövetkezéseiből és be nem következéseiből 2^{n-1} különböző halmaz képezhető. Ennek megfelelően egy elem kapcsán ennyi magasabb rendű hatás érvényesülhet, amit fel kell szorozni az elemek számával. Amennyiben a hatásokat nem szűkítjük le a valószínűségi intervallum speciális értékeire, elméletileg végtelen sok ilyen kapcsolat létezhet, hiszen két folytonos intervallum értékeiből alkotott kombinációk száma végtelen. Nyilvánvaló, hogy az alkalmazás szintjén lehetetlen a végtelen sok kombináció által meghatározott végtelen sok kapcsolattal egyszerre dolgozni. A forgatókönyvek generálására a kidolgozott eljárás, ugyanakkor az

események adott periódusban felvett valószínűségeit az összes esemény korábbi időszakokból származó hatásainak összesítése alapján módosítja. Mindemellett azzal, hogy bármikor új elemeket jeleníthetünk meg a rendszerben, vagy már meglévőket eliminálhatunk, lehetővé válik a magasabb rendű kapcsolatok kezelése. Ezt úgy tehetjük, hogy ha egy adott valószínűségekből, vagy bekövetkezésekből illetve be nem következésekből álló kombináció magasabb rendű hatást képvisel, akkor azt az előállásakor külön eseményként jelenítjük meg. A magasabb rendű hatást ehhez az eseményhez társítjuk, és a hatások számításánál ezt vesszük figyelembe, miközben a befolyásolt tényezőnél nem számolunk külön-külön a kombinációt alkotó események hatásaival. Így gyakorlatilag a módszertanból fakadó mennyiségi korlátozás nem áll fenn, a kidolgozott technika megfelel a 2.2 fejezetben megfogalmazott kritériumrendszer *A* pontjának.

A kapcsolatokkal szemben fennálló minőségi korlátok egy modellben elsősorban akkor jelentkeznek, amikor az elemek állapotát kifejező változók közötti hatásokat definiáló függvényformákkal vagy azok paramétereivel szemben, a modellezhetőség érdekében megkötések állnak fenn. Ebben az értelemben a vázolt eljárás nem támaszt korlátokat, hiszen nem a változók közötti, hanem azok speciális értékeinek bekövetkezési valószínűségei között fennálló kapcsolatokat jeleníti meg. A korlátok azonban arról az oldalról is közelíthetők, hogy meglétük esetén nincs lehetőség arra, hogy egy összetevő állapotának hatására egy másik rendszerelem állapotát leíró változó elvileg az értelmezési tartományának bármely pontjából bármely más pontjába mozduljon el. A forgatókönyvek generálása során a kapcsolatokat tehát úgy kell megjeleníteni, hogy a befolyásoló esemény valószínűségének figyelembevétele a valószínűségi tartomány bármely pontján, elvileg lehetőséget biztosítson a befolyásolt esemény valószínűségének bármilyen elmozdulására az értelmezési intervallumon. Mindez azt is jelenti, hogy a valószínűségek módosítására alkalmazott formulában a hatás erősségét kifejező paraméterrel szemben nem lehetnek megkötések. A kérdés részletesen a valószínűségek módosítására alkalmazott eljárás bemutatásakor kerül tárgyalásra.

3.1.4 Egyéb megfontolások

Az eljárás iteratív voltából adódóan lehetőség nyílik a valószínűségek vagy a hatások erejét kifejező értékek önkényes, nem a modellből fakadó változtatására, hiszen ha bármelyik időszakban módosításra kerülnek az értékek, azok hatása megjelenik a későbbi periódusokban. Ezzel megjeleníthetővé válnak a külső hatások anélkül, hogy a konzisztencia elveszne, egyben lehetővé válik az is, hogy a periódusok valószínűségi értékei ne legyenek a kapcsolatot leíró, előzetesen definiált formula által korlátok közé szorítva. Mindez együtt jár azzal is, hogy a rendszer struktúrája az időben előre haladva változhat lehetővé téve a kapcsolatok szabad átalakítását. Az eljárás ezzel kielégíti a *C* és *F* pontokban megfogalmazott kritériumokat.

A *D* pontban felállított, az oksági kritériumnak való megfelelés a kapcsolatrendszer meghatározásából adódik, nevezetesen abból, hogy az események adott periódusban felvett valószínűségi értékei az eseményhalmaz korábbi periódusokban meghatározott

valószínűségeit figyelembe véve módosulnak. A társadalmi összetevőket tartalmazó rendszerek többségében ugyanakkor a vizsgált terület lehetséges jövőbeli állapota is befolyásolhatja a jelen cselekvéseit, hiszen az emberi döntésekre, így az általuk érintett cselekményekre és folyamatokra alapvető befolyással bírnak azok várható jövőbeni következményei. Hasonlóképpen, egy lehetséges jövőbeli állapot ismerete cselekvést indukálhat akár annak elérése, akár megakadályozása irányában. Ezeknek, az időben visszafelé irányuló hatásoknak mechanikus módon történő modellbe illesztése végtelenített iterációs köröket eredményezne. Az események adott időszakbeli valószínűségeinek figyelembevételével ugyanis meghatározódnának egy későbbi periódusban felvett valószínűségeik, ezek alapján viszont módosulnának a bázisul használt időszak értékei, újra alakítva a későbbi periódus valószínűségein és így tovább. Ennek elkerülésére, az időben visszafelé jelentkező hatások mechanikus illesztése helyett célszerű azokat külső hatásokként, a döntéshozókat reprezentáló szereplők bevonásával kezelni. A szereplők, látván a rendszer lehetséges jövőbeli állapotait, periódusonként egyszer befolyást gyakorolhatnak az egyes elemekre vagy a közöttük fennálló kapcsolatokra. Döntéseik vagy cselekedeteik hatása azonban csak a beavatkozást követő periódusokban érvényesül, így a végtelenített iterációs kör nem jön létre. Az eljárás ezzel biztosítja az időben visszafelé ható tényezők megjelenítését.

A valószínűségek és a kapcsolatok szabad változtatásának lehetősége biztosítja, hogy az eljárás bármely lépésében olyan elemek között definiáljunk kapcsolatot, ahol korábban nem volt, vagy meglévő kapcsolatokat szüntessünk meg. Lehetőség van továbbá arra, hogy olyan elem valószínűségi értékét állítsuk nullánál magasabb értékre, amely értéke korábban nulla volt, azaz újabb elemet jelenítsünk meg. Hasonlóképp, lehetőség van az események eliminálására, valószínűségi értékeik nullára állításával. Ez önmagában nem jelenti azt, hogy az esemény által jellemzett elem kiesik a rendszerből, mindazonáltal speciális állapotának a bekövetkezésével – amely magában foglalja a többi elemre gyakorolt hatást – nem számolunk, ezáltal elszigeteljük a többi összetevőtől. A technika ezzel kielégíti az *E* pontban megfogalmazott feltételt is.

Eddigi megállapításaink alapján elmondhatjuk, hogy a kidolgozott eljárás megfelel a 2.2 fejezet *A, C, D, E*, és *F* kritériumainak. A *B* pontnak való megfelelés függ attól is, hogy milyen tulajdonságokkal rendelkezik az a modell illetve formula, amelyet a valószínűségek a kölcsönhatások figyelembevételét biztosító módosítására használunk. Ezt a kérdést a következő fejezetben részletesen tárgyaljuk.

A 2.2 fejezet kritériumai a foratókönyvek előállítási módszereivel szemben felállított konceptuális feltételek. Nováky emellett [2001c] a jövőkutatásban alkalmazott modellekkel szemben olyan kritériumokat fogalmazott meg, amelyek elsősorban az alkalmazás oldaláról határozzák meg, milyen feltételeket kell az eljárásoknak kielégíteni. Célszerű megvizsgálni, vajon a kidolgozott technika kielégíti-e ezeket a feltételeket is.

A kritériumok a következők:

1. A komplex valóságot abban a teljességben mutassák, amely a megértéshez és az előrejelzéshez kell, de ne olyan részletesen, amely korlátozná az áttekinthetőséget
2. A komplex modellből kibonthatóak legyenek az alrendszerek fejlődéstendenciái, az itt megvalósuló jövőképelemek, továbbá a célrendszerek és az azokhoz rendelhető feladatok
3. Különítsék el az adott időtávú jövő szempontjából a lényeges és lényegtelen ismérveket, jelenségeket
4. A genetikus elemek mellett a teologikus jellegűeket is tükrözzék
5. A folyamatokat, eseményeket, kölcsönkapcsolatokat és állapotokat valósághűen írják le
6. Együtt kezeljék a kvantifikálható és nem kvantifikálható elemeket
7. Állításokat és összefüggéseket verbálisan fogalmazzanak meg és jövőbeni eseményeket, tendenciákat nagyságrendben számszerűsítsenek
8. Valószínűségi becslést is adjanak ott, ahol ez megvalósítható
9. Dinamizálhatóak legyenek, vagy nyújtsanak lehetőséget a statikus állapotok összehasonlítására (mutassa meg, hogyan juthat el az egyik állapotból a másikba)
10. Az előre jelzett időszak végét ne befejezett állapotnak, hanem a továbbiak kiinduló állapotának tekintsék
11. A tér és idődimenziójuk egymáshoz kapcsolódóan jelenjen meg
12. Segítségükkel ismereteket lehessen szerezni a még meg nem valósult jövőkről, alternatív problémakezelésben és szemléletben és ezek az ismeretek konzisztensek legyenek egymással
13. Az alternatívák, variánsok mind a tartós tendenciákhoz, mind a fordulópontokhoz hozzárendelhetők legyenek
14. Beépülhessenek összetettebb módszerekbe, és ezekbe beépülhessenek egyszerűbb elemek
15. A következtetések és a gondolat kísérletek releváns ismereteket nyújtsanak a jelenbeli cselekedetek megfogalmazásához is

A kidolgozott eljárás eseményeinek tartalma szabadon választható, így az megfeleltethető a modellek tartalmára vonatkozó, az 1, 2, 3, 4, 11, 13. és 14. pontokban megfogalmazott feltételeknek.

Azzal, hogy a technika a rendszer állapotát események formájában jeleníti meg, lehetővé válik a kvantifikálható és nem kvantifikálható elemek együttes kezelése, a verbális megfogalmazás és az értékekkel meghatározott állapotok megfogalmazásával a számszerűsítés, valamint a valószínűségek becslése. Az eljárás így megfelel a 6, 7, és 8. pontok feltételeinek.

Az 5. pontnak való megfelelést az biztosítja, hogy az eljárás nem támaszt mennyiségi és minőségi korlátokat a kapcsolatokkal szemben. A módszer dinamikus, az elemzési horizont bővíthető, ezzel kielégíti a 9. és 10. pontok követelményeit. A 12. pontban

megadott feltétel azáltal teljesül, hogy az egyes eseményeknél életünk a bekövetkezés illetve a be nem következés feltételezésével, ami lehetővé teszi az alternatívák szimuláció során történő előállítását. Amennyiben a feltételezés konzisztens volt, (például 50% bekövetkezési eséllyel bíró eseménynél a bekövetkezés és a be nem következés feltételezése egyaránt logikus) a többi esemény valószínűsége a nem korlátozott kapcsolatrendszernek és a feltételezésnek megfelelően, konzisztensen módosul. A szimuláció, és az értékek önkényes, azaz nem a valószínűségeket módosító modellből fakadó változtathatósága lehetőséget ad arra, hogy az érintettek, a jövőre vonatkozó információk birtokában véghezvitt cselekvéseinek hatását is megjelenítsük az elemzés során. Ezzel az eljárás megfelel a 15. pont feltételének is.

Ezzel körüljártuk a kidolgozott technika alkalmazhatóságának kérdéseit. A következőkben az eljárást folyamatában mutatjuk be.

3.2 A forgatókönyvek készítésére kidolgozott eljárás folyamata

A 2.2.6 pontban megállapítottuk, hogy a forgatókönyv készítési technikák között az alapvető különbséget az alternatívák generálásának módszerében, és az ehhez felhasznált adatok tartalmában illetve formátumában találhatjuk. Ezenkívül, valamennyi módszer tartalmazza a vizsgálatba vont terület meghatározását és múltbeli elemzését abból a célból, hogy előállítsa a forgatókönyvek generálásához szükséges input adatokat. A módszertani fejlesztés így az elsőként meghatározott szakaszokra irányul, és a dolgozatnak nem témája az általános elemek tárgyalása. Mindemellett ahhoz, hogy az olvasó a forgatókönyvek készítésének folyamatát teljes egészében átlássa, a fejlesztés részleteinek a tárgyalása előtt összefoglalóan bemutatjuk azokat a lépéseket, amelyek során előállnak az alternatív jövőképek.

A kidolgozott módszer eseményekkel, és azok szubjektív bekövetkezési valószínűségeivel dolgozik, így ezek jelentik a generálásra használt modell input adatait. A szcenárió készítés általános elemeit is figyelembe véve a teljes folyamat a következő fő lépésekből áll:

1. A vizsgált terület meghatározása és körülhatárolása,
2. A vizsgált terület múlt-, és jelenbeli állapotának elemzése,
3. A rendszerre leginkább befolyást gyakorló tényezők meghatározása,
4. A tényezők speciális állapotait megjelenítő események meghatározása, a kiinduló valószínűségeik becslése, és a közöttük fennálló viszonyokat kifejező hatásfaktorok meghatározása,
5. Forgatókönyvek generálása dinamikus kölcsönhatás elemzés modellel, a kulcsváltozók és a különböző előfeltevések alapján.

3.2.1 A vizsgált terület meghatározása és körülhatárolása

Ez a lépés magának ez elemzési folyamatnak a kezdete. A vizsgált terület meghatározása azoknak az elemeknek a definiálását jelenti, amelyek alakulása az elemzést végző, illetve az azt megrendelő számára fontos. A terület körülhatárolása nem más, mint azoknak a tényezőknek a feltérképezése, amelyek közvetve vagy közvetlenül befolyással vannak a fontos elemek alakulására. Ez a szakasz megtalálható a szcenárió készítés valamennyi módszerében, amelyektől függetlenek az ebben a lépésben alkalmazható eszközök, így ezek nem képezik a fejlesztés tárgyát.

A terület meghatározásának lényeges pontja, hogy valamennyi olyan tényező számításba kerüljön, amelyek a forgatókönyvek felhasználója számára fontosak lehetnek, így az előre meghatározott elméleti konstrukciók helyett célszerű intuícóra alapozó technikát alkalmazni. A tényezők meghatározására Amara-Lipinski [1983], illetve az ő munkájukból kiindulva Heijden [1996] olyan interjúk lefolytatását javasolják, amelyekben a forgatókönyveket megrendelő klienst beszámoltatják a számára elképzelhető legpozitívabb és legnegatívabb jövőről, azokról a kérdésekről, amelyeket a jövővel kapcsolatosan tudni szeretne, az előtte álló döntésekről, a múlt sarkalatos eseményeiről, az értékrendszeréről. A kérdésekre adott válaszok alapján az elemzők következtetni tudnak azokra a tényezőkre, amelyek az interjúalanyok számára fontosak a jövővel kapcsolatban.

A terület körülhatárolása során a fő cél az, hogy feltérképezésre kerüljenek azok a tényezők, amelyek az előzőekben meghatározott elemek jövőbeli alakulását befolyásolják. Erre a legtöbb szerző irodalomkutatót, szakértőket való konzultációkat, műhelymunkákat, érdekcsoport elemzést javasol. A múltban vagy a jelenben ható tényezők mellett fontos azoknak a számbavétele is, amelyek a jövőben keletkezhetnek, illetve befolyásolhatnak. Ez utóbbihoz szolgálhat segítségül egy terület összefüggéseken alapuló feltérképezése (contextual mapping). Ennek lényege, hogy felvázoljuk egy meghatározott tényező lehetséges fejlődési irányait és megvizsgáljuk, hogyan kapcsolódhatnak azok más területeket jellemző elemekhez (Jones-Twiss[1978]).

3.2.2 A terület múltjának és jelenének elemzése

Az előző lépés eredményeként rendelkezésünkre áll azoknak a tényezőknek a halmaza, amelyek a forgatókönyvek felhasználója számára lényeges területet jelentik. Hangsúlyozzuk, hogy a terület nem egy előre felállított kategóriarendszer, például társadalmi-, gazdasági-, jogi-, stb. környezet, hanem a felhasználó számára fontos tényezőkre gyakorolt közvetlen, vagy közvetett hatás alapján alakul ki. Ebben a szakaszban a fő cél az, hogy a múlt és jelen adataira alapozva felállítsuk az egyes elemek közötti kapcsolatok rendszerét. A módszertan itt is általánosan alkalmazható, és részletes bemutatása nem képezi e dolgozat tárgyát.

A kapcsolatok meghatározása, ahol lehetséges történhet statisztikai eszköztárral, vagy megfelelő adatok hiányában az intuícóra alapozó módszerekkel. Ez utóbbiak közül

alkalmazható például a Heijden [1996] által kidolgozott „Jéghegy Elemzés”, amely során az elemző a múltbeli eseményekből az azokat meghatározó tényezők trendjeire és mintáira következtet, majd az így nyert információt, a területet meghatározó elemek közötti struktúra felvázolására használja fel. A társadalmi szféra elemzésének hasznos eszköze lehet emellett az Inayatullah [1998] által publikált, nehezen fordítható „Causal Layered Analysis”, amely a trendek, és a társadalmat jellemző kvantitatív adatok elemzése mellett kiterjed az ezekkel nehezen megragadható világnézetből, értékrendből, a mindennapi élet minőségét meghatározó tényezőkből, a nem tudatosan vagy hiedelem alapján kialakított mintákból adódó elemek és összefüggések vizsgálatára is.

A kapcsolatok feltérképezése során könnyen előfordulhat, hogy az elemzők a terület újabb befolyásoló elemeit tárják fel, mint ahogyan az is, hogy sok kapcsolat nyilvánvalóvá válik már a tényezők meghatározása során. A forgatókönyvek készítését célzó folyamat első két lépése ezért szervesen kapcsolódik egymáshoz.

3.2.3 A rendszerre leginkább befolyással bíró tényezők meghatározása

Itt hívjuk fel a figyelmet arra a már említett pontra, hogy a forgatókönyvek kialakítását egyaránt célszerű adott, bizonytalan elemek lehetséges állapotai, valamint a jövőre vonatkozó különböző előfeltevések mentén elvégezni. A technikák irodalmi áttekintése során láthattuk, hogy elsősorban az intuitív módszerek olyan dimenziók mentén alakítják ki a szcenáriókat, amelyeket meghatározott elemek, úgynevezett „kulcstényezők” lehetséges jövőbeli fejlődésének eltérő irányai alkotnak. A „kulcstényezők” azok az elemek, amelyek jövőbeli alakulása tekintetében nagyfokú a bizonytalanság, ugyanakkor fejlődésük hatása relatíve nagy az egész rendszerre a többi tényezőhöz képest. Esetünkben is célszerű ezt a megfontolást követni, hiszen ezzel a forgatókönyvek olyan dimenziókat jelenítenek meg, amelyek hatása a legkiterjedtebb, és a legkevésbé jelezhetők előre.

A folyamatnak ebben a szakaszában a rendszerelemek a megfogalmazás bármely formájában jelen lehetnek, hiszen erre nézve eddig semmilyen kikötéssel nem éltünk. Mindez azt is jelenti, hogy ebben a lépésben még nem határozhatjuk meg a tényezők jövőjére vonatkozó bizonytalanságot, mert elképzelhető, hogy azokat úgy fogalmazták meg, hogy nem rendelhető hozzájuk valószínűség. A kapcsolatok feltérképezésénél sem kötöttük ki a kapcsolati forma, vagy a kapcsolat erősségének a meghatározását. Ennek oka az volt, hogy ne korlátozzuk az intuíciót.

Az elemek és a közöttük fennálló kölcsönhatások rendszere alapján ugyanakkor meghatározható az a kapcsolati háló, amelyből kinyerhetők az információk arra nézve, hogy mely elem-párok vannak összeköttetésben egymással. Ebből felrajzolható az összetevőkre vonatkozó hatás-diagramm, illetve megszerkeszthető egy olyan *strukturális mátrix*, amely a páronkénti kölcsönhatásokat tartalmazza. Egy ilyen mátrixot szemléltet a 3.2-1. ábra.

3.2-1. ábra: Három összetevőből álló rendszer strukturális mátrixa (S)

	T_1	T_2	T_3	Σ
T_1		1	1	2
T_2	1			1
T_3	1			1
Σ	2	1	1	

A mátrix egy háromelemű, T_i , $i=1,2,3$ tényezőkből álló rendszer páronkénti kapcsolatait jeleníti meg úgy, hogy a cellák 1-el jelölik, ha a sorokban felsorolt elemek direkt hatással vannak az oszlopok elemeire. Így például láthatjuk, hogy a T_1 tényező hatással van a T_2 és T_3 elemekre, míg a T_3 , T_1 -re gyakorolt hatása miatt visszacsatolási kör alakul ki.

Az egyértelműség biztosítása végett a tényezőket célszerű úgy meghatározni, hogy azok között páronként mindössze egyetlen kapcsolat legyen értelmezhető. Ezt az egyes elemek, szükség szerinti összetevőkre bontásával érhetjük el. A mátrix alkalmas arra, hogy a sorok összegzésével kimutassuk, mely elemek rendelkeznek a legtöbb befolyásoló direkt kapcsolattal, illetve az oszlopok összegzése alapján megmondjuk, mely elemeket befolyásol a legtöbb tényező. (Az ábrában a T_1 gyakorolja a legtöbb közvetlen hatást, és ugyanezt az elemet éri a legtöbb direkt hatás a többi részéről.) Mindez azonban, csak a direkt kapcsolatok megjelenítésére alkalmas, így figyelmen kívül hagyjuk azt, hogy például a T_1 két visszacsatolási körön keresztül, indirekt módon befolyásolja saját magát, melyeket a T_2 és a T_3 közvetít.

A közvetett kapcsolatok számának feltérképezésére Godet [1987] kidolgozta MICMAC nevű eljárást, amely a strukturális mátrix hatványozásából áll. Az elgondolás egyszerű, hiszen a mátrix művelet számítási módszere követi a közvetett kapcsolatok struktúráját. A fenti ábra (T_i, T_j) cellája például a négyzetre emelés során a következőképp alakul a hatásokkal kifejezve:

$$(T_1 \rightarrow T_1) \cdot (T_1 \rightarrow T_1) + (T_1 \rightarrow T_2) \cdot (T_2 \rightarrow T_1) + (T_1 \rightarrow T_3) \cdot (T_3 \rightarrow T_1)$$

amelyben megjelenik a $T_1 \rightarrow T_2 \rightarrow T_1$ és a $T_1 \rightarrow T_3 \rightarrow T_1$ visszacsatolási kör is. Az egy elem által közvetített indirekt hatásokat a MICMAC alkalmazásával megkapjuk az S strukturális mátrix négyzetre emelésével, a két, három stb. elem által közvetítetteket, pedig a további hatványozással. Godet megállapítása szerint általában a nyolcadik hatványtól stabilizálódik a struktúra, azaz nincs eltérés a befolyásoló események sorrendjében abban a tekintetben, hogy melyik hat több tényezőre. A következő ábra, az egy elem által közvetített indirekt hatások számát megjelenítő mátrixot szemlélteti.

3.2-2. ábra: Az egy elem közvetítésével érvényre jutó indirekt hatások alapján kalkulált strukturális mátrix (S^2)

	T ₁	T ₂	T ₃	Σ
T ₁	2			2
T ₂		1	1	2
T ₃		1	1	2
Σ	2	2	2	

Láthatjuk, az egy elem által közvetített indirekt hatások szempontjából valamennyi elem egyenlő kapcsolattal rendelkezik.

A közvetlen és közvetett hatások összegzésével tehát meghatározhatóvá válik, mely elemek gyakorolják a legtöbb befolyásoló hatást. Amennyiben az előző lépések során meg tudjuk határozni a kapcsolatok erősségét, úgy a fenti elgondolásból kiinduló de a műveletet eltérően meghatározó WISE (Sapio-Antimi [1998]), ha pedig a befolyásoló hatás jellegét is meg tudjuk mondani, az S-WISE módszerek (Roberts-Sapio [1998]) alkalmazhatók a rendszert leginkább befolyásoló elemek kimutatására. Ezek részletes ismertetését a hivatkozott szakirodalom tartalmazza.

3.2.4 A forgatókönyvek generálásához szükséges input adatok előállítása

Az előző lépések végrehajtásával rendelkezésünkre állnak azok a tényezők, amelyek jövőbeli alakulását vizsgálni fogjuk az alternatív forgatókönyvekben. Ebben a szakaszban egyrészt az adatokat konvertáljuk olyan formára, hogy azok használhatóak legyenek a scenáriókat előállító modellben. Másrészt, kiegészítjük az információkat úgy, hogy azok tükrözzék az elemzésben résztvevő szakértők véleményének megoszlását az egyes tényezők jövőjére vonatkozóan. Mindezzel részletesen az 5. fejezetben foglalkozunk, így a folyamat átláthatósága érdekében most csak felsorolásszerűen mutatjuk be az egyes pontokat. Ebben a szakaszban tehát:

1. A vizsgált időhorizontot periódusokra bontjuk
2. Meghatározzuk az egyes tényezők speciális állapotait kifejező eseményeket
3. Meghatározzuk az eseményeket, amelyeket a forgatókönyveket generáló modellben, és amelyeket azon kívül kezelünk
4. Kérdőívre alapozva, statisztikai eszközökkel vagy a becslést végző szakértők véleményének integrálására alkalmas technikával definiáljuk az események periódusokra vonatkoztatott kiinduló valószínűségeit
5. Műhelymunkára vagy kérdőívekre alapozva hipotetikus módosított valószínűségeket határozzuk meg, amelyek alapján kiszámolhatók a hatások erejét esemény-páronként kifejező hatásfaktorok
6. Definiáljuk a magasabb-rendű kapcsolatokat és az ezeket megjelenítő eseményeket
7. Definiáljuk a feltételrendszert és módot, amely kapcsolatrendszer időbeli változását eredményezi és írja le.

3.2.5 Forgatókönyvek generálása

A scenáriók generálására a szerző olyan kölcsönhatás elemzésen alapuló, dinamikus modellt dolgozott ki, amely megfelel a 3.1 pontban bemutatott koncepciónak. A modellben az események közötti kapcsolatok nagysága a befolyásoló esemény valószínűségének valamint az általa kifejtett hatás erősségét kifejező hatásfaktornak a függvényében alakul. Az eljárás részletes tárgyalásával a 4. fejezet foglalkozik, most a működési folyamatot mutatjuk be. Ennek három fő pontja van: az alapfuttatás, a forgatókönyvek generálása kulcstényezők alapján, és forgatókönyvek generálása az aktorok képviselőinek bevonásával.

Alapfuttatás

Az alapfuttatás során a modell a kölcsönhatásokat figyelembe véve a következőképp módosítja az egyes periódusok kiinduló valószínűségeit:

1. Az első periódus kiinduló valószínűségei nem változnak, mert az időszakok úgy lettek megállapítva, hogy azokon belül egyetlen befolyásoló tényező sem jut érvényre
2. A második periódusban az egyes események kiinduló valószínűségei az első periódus valószínűségi értékei, és a második periódusra vonatkozó hatások faktorai alapján módosulnak, azaz

$$P_2^M(E_i) = f(P_1(E_1), P_1(E_2), \dots, P_1(E_N), a_{i1}^{21}, a_{i2}^{21}, \dots, a_{iN}^{21})$$

ahol:

a rendszer T időperiódusból és N eseményből áll, valamint $i, i=1, \dots, N$ az események sorszámát, $t, t=1, \dots, T$ pedig a periódusok sorszámát jelöli,

a $P_2^M(E_i)$ kifejezésben a P felső indexében lévő „ M ” arra utal, hogy az esemény a hatások által módosított valószínűségét számítjuk, míg az alsó index az időperiódust jelöli, azaz az i -edik esemény módosított valószínűségéről beszélünk a második periódusban,

az első periódusnál értelemszerűen nem a módosított valószínűségekkel számolunk,

az események közötti hatások erejét kifejező faktorokat az a_{ij}^{tk} formával jelöljük, amelyben a felső index az időszakok, az alsó pedig az esemény-párok kapcsolatát mutatja, j -vel a befolyásoló eseményt, k -val, $k < t$ a befolyásoló időszakot jelölve. Így például a_{i1}^{21} annak a hatásnak a befolyásoló erejét mutatja, amelyet az első esemény gyakorol az első periódusban az i -edik esemény valószínűségének második periódusbeli értékére.

3. A harmadik periódusban az események valószínűségei az első periódus kiinduló, és a második periódus már módosított értékei, illetve az időszakokra jellemző hatásfaktorok alapján módosulnak, azaz az előző jelöléseket alkalmazva:

$$P_3^M(E_i) = f(P_1(E_1), \dots, P_1(E_N), P_2^M(E_1), \dots, P_2^M(E_N), a_{i1}^{31}, \dots, a_{iN}^{31}, a_{i1}^{32}, \dots, a_{iN}^{32})$$

4. a számítások hasonlóképpen történnek valamennyi periódusra, vagyis azokban szerepet játszanak valamennyi időszak módosított valószínűségei és a befolyásolt periódusra vonatkozó hatásfaktoraik. Így az utolsó időszakban az események módosított valószínűségei:

$$P_T^M(E_i) = f(P_1(E_1), \dots, P_1(E_N), \dots, P_{T-1}^M(E_1), \dots, P_{T-1}^M(E_N), a_{i1}^{T1}, \dots, a_{iN}^{T1}, \dots, a_{i1}^{T(T-1)}, \dots, a_{iN}^{T(T-1)})$$

A folyamat ennek megfelelően biztosítja, hogy az első kivételével valamennyi időszakban úgy alakulnak ki a valószínűségi értékek, hogy azokban figyelembe vettük az összes korábbi periódus kiinduló értékeit és a bennük végbement változást.

A műveletek során figyelemmel kell lenni arra, hogy adott elemek vonatkozásában a magasabb-rendű kapcsolatot kifejező eseményt vegyük számításba a külön-külön befolyásoló események helyett, ha erre a kapcsolat érvénybe lépésének feltétele előáll.

Megjegyezzük, hogy az input adatmennyiség csökkenthető, ha a hatásfaktorokat nem periódus-párok alapján értelmezzük, hanem aszerint, hogy a hatás hány időszakon keresztül jelentkezik, és mikor kezdődik. Ennek részletes tárgyalására a 5.4.2 pontban térünk ki. Ebben az esetben egy periódus értékeinek számításánál, az azt közvetlenül megelőző időszak esetében az egy perióduson keresztül tartó, a kettővel megelőző időszak esetében a két perióduson keresztül tartó (és így tovább) hatások faktorait vesszük figyelembe.

A forgatókönyvek generálásához abból indulunk ki, hogy azok eseményláncokat tartalmaznak, amit másképpen úgy fogalmazhatunk, hogy minden egyes időszakban elő kell állítanunk meghatározott események bekövetkezéséből álló halmazokat. Ehhez először a valószínűségi értékek értelmezési tartományát intervallumokra kell osztanunk. Ezeket az intervallumokat, amelyek meghatározása eseti, a továbbiakban *bizonytalansági tartománynak* nevezzük. A bizonytalansági tartományok egy-egy verbálisan megfogalmazott és a bekövetkezésre vonatkozó feltételezés tekintetében homogénnek tekintett tartományt jelölnek, így például:

- az adott periódusban megtörténtnek tekinthetünk minden olyan eseményt, amelynek a bekövetkezési valószínűsége a $p=0.8$ értéknél magasabb,
- be nem következettnek tekinthetünk minden olyan eseményt, amelynek a valószínűsége a $p=0.2$ értéknél alacsonyabb,
- illetve nagyfokú bizonytalansággal jellemezzük azokat az eseményeket, amelyek bekövetkezési valószínűsége a $p=0.4$ és a $p=0.6$ értékek közé esik.

Forgatókönyvek generálása kulcstényezők alapján

Az alapfuttatás eredményeként rendelkezésünkre állnak azok a módosított valószínűségek, amelyekben megjelennek az esemény-párok közötti, illetve a magasabb-rendű kölcsönhatások. A scenáriókat úgy generáljuk a kulcstényezők alapján, hogy adott periódusban eltérő feltételezéssel élünk a bekövetkezés tekintetében az olyan eseményekre nézve, amelyek a közvetett és közvetlen kapcsolataik alapján többihez képest nagymértékben hatnak a rendszer egészére és nagyfokú bizonytalansággal jellemezhetők. A rendszerre gyakorolt hatás alapján a 3.2.3 pontban tárgyalt szakaszban, az ott bemutatott módszerek segítségével rangsor készíthető az események között. A bizonytalanságot, pedig az egyes periódusok alapfuttatás során nyert valószínűségei fejezik ki. Az események számától, ismétlődő vagy nem ismétlődő jellegétől, illetve ismétlődő eseményeknél a bizonytalanságot tartalmazó periódusok számától függően több forgatókönyv változat generálható. Erre nézve a modellezőnek kell döntést hoznia, hiszen az adatok száma és jellege esetenként változik. A kulcstényezőkre vonatkozó eltérő feltételezések vonatkozhatnak a kiinduló, és a módosított értékekre is. A következőkben a két alternatíva generálásának egy módját mutatjuk be:

„A” forgatókönyv

1. A kulcstényező kiinduló valószínűségét 1-nek tekintjük az első periódusban, így a következő időszakok módosított értékei ennek megfelelően kerülnek kiszámításra
2. A második periódusban 0 értékre állítjuk azoknak az eseményeknek a valószínűségeit, amelyek nem ismétlődőek és az első periódusban bekövetkezettnek tekintettük őket. Ha vannak, az előző periódus valószínűségei alapján érvényre juttatjuk a magasabb-rendű kapcsolatokat, a megfelelő eseményeken keresztül. 1 értékre állítjuk azoknak az eseményeknek a valószínűségét, amelyek a bekövetkezést jelentő bizonytalansági tartományban, például a $p > 0.8$ sávban vannak. 0 értékre állítjuk a megfelelő bizonytalansági tartományba eső, például a $p < 0.2$ valószínűségeket. Ezzel definiáltuk mely események következnek-, vagy nem következnek be az adott periódusban. Ezután átállítjuk a periódus, későbbi időszakokra vonatkozó hatásfaktorainak értékét, ha az eddigi eredmények alapján a struktúra változásával számolunk. Az összes rákövetkező periódus módosított valószínűségei ennek megfelelően kerülnek kiszámításra.
3. A harmadik, és az összes többi periódusban a másodikhoz hasonlóan járunk el.
4. A forgatókönyv egyrészt az egyes időszakokban bekövetkezettnek tekintett események alkotta láncból áll. Emellett megjeleníti azokat a bekövetkezettnek nem tekintett eseményeket, amelyek kumulatív valószínűsége magas a horizont kezdetétől számított bármelyik intervallumon. Ez utóbbi esetben a scenárióban az szerepel, hogy az esemény adott – például 90% - valószínűséggel bekövetkezik egy időpont előtt.

„B” forgatókönyv

Ennek az előállítás az előzővel azonos módon történik annyi különbséggel, hogy itt a kulcstényező kiinduló valószínűségét 0 értékre állítjuk, az első periódusban.

Természetesen lehetőség van arra, hogy a kulcstényező kiinduló valószínűségét bármely periódusban 0, vagy 1 értékre állítsuk. Lehetőségünk van arra is, hogy mindezt a módosított valószínűségek kapcsán tegyük, ha azon a nagyfokú bizonytalanságot jellemző sávban vannak.

Forgatókönyvek generálása az aktorok képviselőinek bevonásával

A 2. fejezetben tárgyalt kritériumrendszerben megfogalmaztuk, hogy a társadalmi szereplők cselekvéseit befolyásolják a jövőről alkotott feltételezéseik, illetve az avval kapcsolatos várakozásaik. A cselekvések ugyanakkor meghatározó szerepet tölthetnek be abban, hogy miként alakul a vizsgált terület jövője. Mindezt szükséges biztosítani, hogy a befolyásoló képességgel rendelkező szereplők várakozásai és erre alapuló tettei számításba kerüljenek a scenáriók elkészítésénél. Ennek Helmer[1972] ötletét követve az egyik lehetséges módja az, hogy a különböző aktorok képviselőit bevonjuk a modellezésbe. Megjegyezzük, hogy jelen munka elsősorban a generáló modell megalkotására és az input adatok előállítására koncentrál, ezért nem foglalkoztunk részletesen a szereplők bevonásának módszerével, mindazonáltal éppen ez adhatja az egyik lehetséges továbbfejlesztési területet. Az aktorok szerepe a modellezésben az alapfuttatás során nyert információkra épül, és egybeköthető a forgatókönyvek kulcstényezők alapján történő generálásával. Az eljárás során az egyes szereplők képviselői a befolyásoló erejükhöz mérten lehetőséget kapnak arra, hogy önkényesen, nem a modellből fakadóan változtassák azoknak az eseményeknek a valószínűségét vagy hatásfaktoroknak az értékét, amelyekre befolyásuk van. Az alapfuttatás lehetővé teszi, hogy valamennyi szereplő lássa, hogyan alakulnak a valószínűségek az időhorizont periódusaiban, ha nem avatkoznak be a rendszerbe, ezért ennek megfelelően formálhatják meg várakozásaikat. A beavatkozás biztosításának egyik lehetséges módja, ha periódusonként lehetővé tesszük a szereplők számára, hogy erejükhöz mérten egyszer változtassák annak az eseménynek a valószínűségét, amelyre hatásuk van. Mindez a folyamatba illesztve a következőképp néz ki:

- Véghezvisszük az alapfuttatást,
- Az aktorok ennek alapján látják, mekkora esély van az egyes események bekövetkezésére a különböző időszakokban
- Minden egyes időszakban, a szereplők különböző politikákat fogalmazhatnak meg és hajthatnak végre, ami meghatározott események valószínűségének egyszeri módosításával jár az adott periódusban. A számítási módszerből adódóan ezek a beavatkozások érvényre jutnak valamennyi rákövetkező periódusban.
- Az események bekövetkeztetését, a magasabb-rendű kapcsolatok, és a struktúra megváltozásának kezelését ugyanúgy hajtjuk végre, mint ahogyan azt a kulcstényezők mentén történő generálás esetében leírtuk.

A forgatókönyvek generálásának megvalósítását az 0 függelék szemlélteti egy számszerűsített példán keresztül. Az összegzést követően, áttérünk a fejlesztés részletes tárgyalására, azaz a generáló modell bemutatására és vizsgálatára, valamint az input adatok előállítására alkalmazható módszerek elemzésére és az előállítás folyamatára.

3.3 Összegzés

A fejezetben bemutatunk a forgatókönyvek készítésére kidolgozott eljárás alapkonceptióját, valamint megvizsgáltuk, mennyiben felel meg a 2. fejezetben tárgyalt, illetve a gyakorlati alkalmazhatóságot biztosító kritériumrendszereknek. Amennyiben elfogadjuk azt, hogy az egyes tényezőket, a speciális állapotukat kifejező eseményekkel illetve azok valószínűségeivel jellemezzük, a valószínűségeket módosító formula nem támaszt korlátot a hatások érvényre jutásával szemben, megfelel a feltételeknek az a módszer, amely során az időhorizontot periódusokra osztjuk, az események bekövetkezését az olyan valószínűségeik alapján határozzuk meg, amelyekben szerepet játszik valamennyi korábbi időszak valószínűségi értéke, illetve a kölcsönhatások erősségét kifejező faktorok. Lépéseiben bemutatunk azt a forgatókönyv készítésre alkalmas eljárást, amely erre a koncepcióra alapul. Mindez gyakorlatilag a forgatókönyveket generáló modell és az input adatok előállítását szolgáló technikák alkalmazásának a folyamatba illesztését jelenti. A valószínűségi értékekkel kapcsolatban ismételten hangsúlyozzuk, hogy hatásuk nem közvetlenül, hanem a rendszer minőségi vagy strukturális jellemzői által közvetítve jelenik meg. A valószínűségek közötti direkt vagy közvetlen kapcsolat más értelemben jelenik meg: azt jelenti, hogy egy esemény valószínűségének figyelembevétele közvetlenül indukál változást egy másik esemény bekövetkezési esélyében, nem egy harmadik, a rendszerben megjelenő esemény közvetítésével.

A téma feldolgozása során a szerző saját eredményeinek tekinthetők:

- A forgatókönyvek készítésére szolgáló eljárás koncepciójának kialakítása,
- A koncepció alapjainak és a kritériumoknak való megfelelésének vizsgálatából származó eredmények,
- A szcenárió készítés folyamatelmeinek illesztése a koncepciónak megfelelően,
- A forgatókönyvek generálására szolgáló lehetséges gyakorlati lépések kidolgozása.

További kutatási területet jelent a társadalmi csoportok képviselőinek beavatkozását a modellben érvényre juttató technikák kidolgozása, illetve az eljárás egyes lépései valamint a jövőkutatás más módszerei közötti kombinációs lehetőségek vizsgálata.

4 A forgatókönyvek generálására kidolgozott technika részletes tárgyalása

A 2. fejezetben utaltunk rá, hogy a forgatókönyvek generálását azért célszerű kölcsönhatás elemzésre építeni, mert ez a módszer a rendszer komplexitásának a kezelése tekintetében előnyösebb az intuitív és a trendek hatására alapuló technikáknál. Emellett, a dinamikus modellekkel szemben előnyt jelent, hogy az alkalmazás során az elemzőknek nem kell konkrét függvényformákat definiálniuk, ami nagymértékben megkönnyítheti az intuíció érvényre jutását. Ebben a fejezetben részletesen bemutatjuk és elemezzük a modellt, amelyet a szerző a forgatókönyvek generálására dolgozott ki. Maga a modell egy dinamikus, több időszakkal dolgozó kölcsönhatás elemzés technika. Elsőként ezért megvizsgáljuk, jelent-e az valamilyen újdonságot vagy plusz értéket a már kidolgozott eljárásokkal szemben a forgatókönyvek készítésére való alkalmazhatóság szempontjából. Ehhez elvégezzük a kölcsönhatás elemzés publikált alapszereinek kritikai elemzését, hogy lássuk vannak-e közöttük olyanok, amelyek teljes mértékben kiszolgálják a 3.1 pontban leírt koncepciót, illetve megfelelnek a 2. fejezetben megfogalmazott kritériumoknak. Azt is vizsgáljuk, hogy ha az alapmodell nem is felel meg a felállított feltételek, képezheti-e az erre irányuló továbbfejlesztés alapját. A kritikai elemzést követően bemutatjuk a szerző által kidolgozott modellt, és megvizsgáljuk, kielégítik-e annak jellemzői azokat az általános elvárásokat, amelyek a kölcsönhatás elemzés technikáival szemben állnak fenn. Emellett itt is vizsgáljuk, hogy a modell kielégíti-e azokat a kritériumokat, amelyek a forgatókönyvek generálására való alkalmasságot biztosítják.

4.1 A kölcsönhatás elemzés, technikáinak kritikai elemzése

A kölcsönhatás elemzés, mint összetett rendszerek vizsgálatára alkalmazott önálló eszköztár, közel negyvenéves múltra tekint vissza. A múlt század hatvanas éveinek végén publikált első verziójától (Gordon-Hayward [1968]) napjainkig számos társadalmi-, gazdasági-, műszaki-, és gazdálkodási terület elemzésére használták fel valamelyik változatát. Fontela és Gabus [1974] a spanyol gazdaság fejlődésének előrejelzésére használt ökonometriai modell exogén változóértékeinek, valamint paramétereinek az előállítására alkalmaztak kölcsönhatás elemzést. A komplex módszert Fontela [1976] továbbfejlesztette úgy, hogy az alkalmas legyen az üzleti szféra által végzett iparági elemzésekre is. Godet [1976] saját fejlesztésű kölcsönhatás elemzés technikát alkalmazott a légi közlekedés fejlődésének elemzéséhez Párizs régiójára. Az eszköztárba tartozó, trendváltozókra alapuló dinamikus rendszerek elemzésére alkalmas KSIM technikát egyaránt használták a holland építőipari szektor fejlődésének előrejelzésére (Wissema-Benes [1980]), és Kansas, Douglas megyéjének földbirtokait és telkeit értékelő rendszer részeként (DeMers [1990]). A Nováky és Lóránt által kidolgozott kölcsönhatás elemzés technikára alapozva végeztek vizsgálatot a 80-as években a magyar társadalom és gazdaság fejlődési lehetőségeinek feltárására (Gidai [1990]). Ugyanerre a modellre alapult a magyar lakosság utazási szokásainak alakulására illetve a turizmus és a gazdaság kapcsolatának fejlődésére vonatkozó vizsgálat a 90-es évek első felében (Nováky [1997]). Parashar és kutatócsoportja trianguláris fuzzy számokkal dolgozó KSIM modellt dolgoztak ki az

ipari projektek vagy szándékolt fejlesztések kapcsán keletkező negatív és pozitív társadalmi-, gazdasági-, környezeti hatások értékelésére, amit az indiai textilipari beruházások hatásainak elemzésére alkalmaztak. (Parashar-Paliwal-Rambabu [1997]). Jeong és Kim [1997] olyan, szintén fuzzy számokra alapuló kölcsönhatás elemzés technikát dolgozott ki, amely a technológiai előrejelzésekben a kulcstechnológia feltárására alkalmazható. Az eljárást az információtechnológia fejlődésének elemzésével tesztelték. A gazdálkodási illetve üzleti területen alkalmazható verziót dolgozott ki Alarcón és Ashley [1998], amely a projektek értékelésénél használható, ha a teljesítmények egymással összefüggő, komplex rendszert alkotó tényezők alapján határozódnak meg. Blanning és Reinig [1999] a kölcsönhatás elemzés technikájának egy csoportos döntéstámogatási rendszerbe integrálásával fejlesztették tovább a módszertant, amit Hong-Kong, kínai fennhatóság alá való visszacsatolásából adódó változások elemzésére használtak. A hivatkozott példák talán bizonyítják, olyan módszertani elemről van szó, amely régen keletkezett ugyan, de a születése óta eltelt időszakban folyamatosan fejlesztés alatt állt, és felhasználásra került az alkalmazott kutatásokban.

Mint azt említettük, kölcsönhatás elemzés különböző technikáinak részletes elemzését abból a nézőpontból célszerű elvégezni, hogy mennyiben felelnek meg a 3.1 pontban leírt, a forgatókönyvek generálására vonatkozó koncepciónak, illetve mennyiben építhető rájuk olyan, generálásra alkalmas eljárás, amely kielégíti 2. fejezetben megfogalmazott kritériumokat. Ehhez a kölcsönhatás elemzés főbb modelljeit a következőkben két dimenzió szerint kategorizáljuk: (1) a kölcsönhatásokat kifejező faktorok mibenléte alapján, illetve (2) az alapján, hogy a rendszer elemei között fennálló kapcsolatok hatását egy vagy több időszakra illetve időpontra nézve vizsgálják. Az első dimenzió szerinti csoportosítás indoka az, hogy a hatásfaktorok meghatározásának módja korlátokat támaszthat a kapcsolati leírásokkal szemben, ami esetünkben nem megengedhető. A második dimenziónál a fő kérdés abban áll, hogy az egy időszakot kezelő technikák továbbfejleszthetők-e több periódust vizsgáló modellekké. Nem elemezzük külön csoportban a trendekkel és az eseményekkel dolgozó eljárásokat, mert mint azt látni fogjuk, a trendeket használó modellek egyszerűen adaptálhatók esemény bázisúvá. A következő táblázat a kritikai vizsgálat tárgyát képező kölcsönhatás elemzés alaptechnikáit foglalja össze, az említett csoportosításban.

4.1-1. Táblázat: A kölcsönhatás elemzés főbb módszerei

A hatásfaktorok meghatározása				
		Feltételes valószínűséggel	Skálaérték alapján	Származtatva
Kölcsönhatások által befolyásolt időszakok	Egy	Stover-Gordon módszere Enzer kiegészítésével	Nováky-Lóránt módszere	Turoff módszere Godet-Duperrin módszere Blanning-Reinig módszere
		Jackson és Lawton módszere		
		Dalkey módszere		
		Sharin módszere		
		Ducos MIP ₁ MIP ₂ módszere		
	Több		Gordon-Hayward módszere	Helmer módszere Wakeland módszere
			Kane módszere	
			Black és kutatócsoportjának módszere	
			Lipinski-Tydemann módszere	

A táblázatban összefoglaltuk azokat az alapszereket, amelyekre az előzőekben idézett gyakorlati alkalmazások is épülnek úgy, hogy közben nem változtatják a vizsgálat szempontjából meghatározó tulajdonságait. Az elemzés ezért az alapmodellekre vonatkozik. A bemutatásban a részletes leírás helyett arra törekszünk, hogy úgy foglalkozunk össze az egyes eljárások lényegét, hogy abból láthatók legyenek a kritika alapját képező elemek. Az eljárásokkal foglalkozó szakirodalom bőségesen tartalmaz szemléltető példákat, ezért itt csak akkor használunk példát, ha az a szerző saját gondolatmenetének megértését segíti.

4.1.1 A kölcsönhatásokat feltételes valószínűséggel meghatározó, egy időszakkal dolgozó eljárások kritikája

A kölcsönhatás elemzés technikáinak e családjába tartozó módszerek egyik közös vonása az, hogy a szakértők becslései alapján meghatározott kezdeti^a valószínűségeket az esemény-párookra előzetesen definiált feltételes valószínűségeket felhasználva módosítják. A másik közös vonás az, hogy a kölcsönhatásokat már a kezdeti valószínűségi értékek becslésekor figyelembe vették. A Stover és Gordon [1978] által publikált eljárás általános menete a következő:

1. Meghatározzák az egyes események kezdeti valószínűségi értékeit,
2. Meghatározzák az esemény-párookra vonatkozó feltételes valószínűségeket a bekövetkezés, és a be nem következés esetére egyaránt, azaz:
 - E_i bekövetkezési valószínűségét, ha E_j biztosan bekövetkezik, illetve
 - E_i bekövetkezési valószínűségét, ha E_j biztosan nem következik be
3. A bekövetkezési és feltételes valószínűségeket odds-okká konvertálják. Az odds a bekövetkezés és a be nem következés esélyének hányadosa, használata elsősorban a tengerentúlon és a bukmékerek körében elterjedt. A kölcsönhatás elemzésnél alkalmazott odds-ok:

$$O_i = \frac{P(E_i)}{1 - P(E_i)}$$

$$O_{ij}^M = \frac{P(E_i | E_j)}{1 - P(E_i | E_j)}$$

$$O_{ij}^{\bar{M}} = \frac{P(E_i | \bar{E}_j)}{1 - P(E_i | \bar{E}_j)}$$

ahol O_i az E_i esemény kezdeti odds-a, O_{ij}^M , az E_i esemény odds-a, ha E_j bekövetkezik, és $O_{ij}^{\bar{M}}$ az E_i odds-a, ha E_j nem következik be.

4. Az események között fennálló kapcsolatokat az odds arányokból képzett hatásfaktorok fejezik ki, nevezetesen:

$$R_{ij} = \frac{O_{ij}^M}{O_i}$$

$$R_{ij}^{\bar{M}} = \frac{O_{ij}^{\bar{M}}}{O_i}$$

^a A kezdeti valószínűségek jelentése eltér a kiinduló valószínűségektől. Ez utóbbiak azokat az értékeket jelentik, amelyek a szcenárió előállításának input adataiként használunk és nem jelenítik meg többi tényező befolyásoló hatását. A kezdeti valószínűségek ezzel szemben egy általánosabb kategóriát takarnak, minden további kitétel nélkül egy olyan értékeket, amelyeket módosítunk.

ahol R_{ij} az E_j bekövetkezésének a hatását fejezi ki az E_i esemény odds-ára, így valószínűségére. Ugyanígy, R_{ij} az E_j be nem következésének a hatását fejezi ki.

5. A kölcsönhatásokat is figyelembevevő valószínűségek Monte Carlo technika alkalmazásával az alábbi lépések szerint számíthatók:

- a. Az eseményhalmazból véletlenszerűen kiválasztásra kerül egy esemény,
- b. Az eseményhez generálnak egy véletlen számot nulla és egy között. Ha ez a szám nagyobb, mint az esemény valószínűsége akkor bekövetkezettnek tekintik, ha kisebb, akkor be nem következettnek,
- c. Ha az esemény bekövetkezik, akkor a többi esemény odds-át újraszámolják úgy, azokat felszorozzák a bekövetkezésekre vonatkoztatott hatásfaktorokkal. Ha nem következik be, ugyanezt teszik a be nem következésre vonatkoztatott hatásfaktorokkal.
- d. Az a , b , c lépéseket addig ismétlik, amíg az eseményhalmaz összes eleme sorra kerül,
- e. Az $a - d$ lépéseket nagyszámban megismétlik.
- f. Az események módosított valószínűségét a b lépéseknél meghatározott bekövetkezések, e lépésben meghatározott ismétlésszámba vetített gyakorisága adja meg.

Amennyiben a kezdeti valószínűségeket és az esemény-párok közötti hatásokat helyesen becsülték, az eljárás lépéseinek lefuttatása után nyert valószínűségek megegyeznek a kezdeti értékekkel. Emellett a módszer alkalmasnak mutatkozik arra, hogy egyrészt a kezdeti valószínűségek módosításával a rendszert érő külső hatásokat, másrészt a kapcsolatokat kifejező feltételes valószínűségek változtatásával a struktúra módosulásait szimuláljuk, így alternatív scenáriókat állítsunk elő. Az eljárás biztosítja azt is, hogy meghatározott események kezdeti valószínűségeit nullára vagy egyre állítva a biztos bekövetkezés vagy biztos be nem következés hatásait vizsgáljuk. Ezzel szintén különböző forgatókönyveket nyerhetünk. A technikával szemben ugyanakkor több módszertani kritika fogalmazódik meg, amelyek egyben a kapcsolatrendszer minőségi korlátozását is jelentik. Emellett, mint a fentiekben látható, az elemzés csupán egyetlen időszakkal dolgozik és az események között fennálló kölcsönhatások feltételes valószínűségekkel történő kifejezése akadályt jelent a dinamizálhatósággal szemben.

A módszertani kritikák egy része abból adódik, hogy egy eseményhalmaz elemeinek előre megadott valószínűségi értékei korlátokat szabnak a feltételes valószínűségek lehetséges értékeivel szemben. Az esemény-párookra vonatkozó korlátok Enzer [1972] alapján:

$$\frac{P(E_i)}{P(E_j)} \geq P(E_i | E_j)$$

(4-1.)

és

$$\frac{P(E_i) + P(E_j) - 1}{P(E_j)} \leq P(E_i | E_j) \quad (4-2.)$$

Ezek korlátok azonban mindössze a valószínűségelmélet tételeinek való megfeleléshez szükséges de nem elégséges feltételt jelentik. Ez egyrészt abból fakad, hogy az eseményrendszert csak páronként jelenítik meg, és nem az összes eseményre vonatkozó, együttes bekövetkezéseket és be nem következéseket tartalmazó halmazok alapján. Ez utóbbiak figyelembevétele ugyanis újabb korlátokat jelent, amelyek tovább szűkíthetik a konzisztens értékek tartományát. Ez belátható egy három eseményt tartalmazó rendszeren keresztül úgy, hogy az Enzer által bemutatott feltételrendszert kibővítjük egy újabb eseménnyel. Ekkor a felső korlátok a következőképp írhatók fel:

$$P(E_i | E_j E_k) \leq \frac{P(E_i)}{P(E_j E_k)} \quad (4-3.)$$

amelyből,

$$P(E_i | E_j E_k) P(E_j E_k) = P(E_i | E_j E_k) P(E_j) P(E_k | E_j) \leq P(E_i)$$

azaz,

$$P(E_k | E_j) \leq \frac{P(E_i)}{P(E_i | E_j E_k) P(E_j)} \quad (4-4.)$$

Az Enzer által megadott korlát $P(E_k | E_j)$ -re ugyanakkor:

$$P(E_k | E_j) \leq \frac{P(E_k)}{P(E_j)}$$

Így a három esemény figyelembevételével meghatározott korlát szigorúbb, ha

$$P(E_k) P(E_i | E_j E_k) > P(E_i) \quad (4-5.)$$

A probléma szemléltetéséhez tegyük fel, hogy egy három elemből álló rendszerben a bekövetkezési valószínűségek a következők:

$$P(E_1) = 0.3$$

$$P(E_2) = 0.5$$

$$P(E_3) = 0.8$$

Ekkor konzisztensek az alábbi, közös bekövetkezésre adott értékek:

$$P(E_1E_2E_3) = 0.3$$

$$P(E_2E_3) = 0.4$$

$$\text{amelyből } P(E_1|E_2E_3) = 0.75$$

Ebben az esetben a három esemény alapján számolt felső korlát $P(E_3|E_2)$ -re

$$P(E_3 | E_2) \leq \frac{P(E_1)}{P(E_1 | E_2E_3)P(E_2)} = 0.8$$

míg az Enzer feltételei alapján számolt korlát

$$P(E_3 | E_2) \leq \frac{P(E_3)}{P(E_2)} = 1.6$$

Láthatjuk, hogy a három esemény alapján számolt korlát 0.8, míg az Enzer feltételei alapján a 0–1 értelmezési tartományban nincs korlátozott maximális érték. A felső korlátok szűkülése megfelelően szemlélteti a többi esemény figyelmen kívül hagyásából eredő problémát, ezért nem térünk ki külön az alsó korlátok vizsgálatára.

A valószínűségelmélet tételeinek való megfelelést ugyanakkor önmagában még az sem biztosítja, ha a feltételes valószínűségek értékei az összes többi esemény alapján meghatározott korlátok között vannak. Jackson és Lawton [1976] egy négy eseménnyel dolgozó példán keresztül mutatják be, hogy azok bekövetkezési valószínűségei és a páronkénti feltételes valószínűségek meghatározhatnak egy olyan rendszert, amelyben az értékek a négy esemény bekövetkezéséből illetve be nem következéséből alkotott halmazok alapján származtatott korlátok között vannak, ugyanakkor semmilyen konzisztens érték nem adható meg adott három esemény együttes bekövetkezésére. Másképpen, az események kezdeti valószínűségeit és azok kapcsolatait kifejező feltételes valószínűségek konzisztens voltának megállapításához nem elegendő pusztán azt vizsgálni, hogy azok a teljes valószínűség tételéből fakadó korlátok közé esnek-e. A szerzők ezért a konkrét valószínűségi értékek számítása helyett az eljárás lehetőségeit az olyan intervallumok meghatározásában látják, amelyek az események bekövetkezéséből és be nem következéséből alkotott kombinációkra vonatkozóan biztosítják a konzisztenciát.

A valószínűségi értékekre vonatkozó normalizáció, a szorzási, illetve az összeadási szabály alapján Dalkey [1972] egy olyan módszert dolgozott ki, amely anélkül határozza meg az események valószínűségei vagy a feltételes valószínűségek konzisztenciájához szükséges korlátokat, hogy a bekövetkezésekből illetve be nem következésekből álló halmazokat számításba kellene venni. Ha az értékek nem felelnek meg a valószínűségelmélet tételei által szabott konzisztencia kritériumoknak, az elemző szabadon dönthet arról, hogy a feltételes valószínűségeket vagy a bekövetkezési valószínűségeket kívánja módosítani. Amennyiben az utóbbiak

kerülnek módosításra, a rendszer konzisztenciájának biztosítása érdekében az eljárás a Monte Carlo technika helyett a megadott feltételes valószínűségekből kiindulva a legkisebb eltéréssel járó igazítást hajtja végre a bekövetkezési valószínűsésekben. Az előzőekben leírtak alapján ugyanakkor, ez csak a konzisztencia szükséges feltételét fogja biztosítani. A korlátokat figyelembevevő, Monte Carlo technikát használó eljárást dolgozott ki Ducos [1980], MIP1 néven, amely egyrészt az alapmodellhez hasonlóan feltételes valószínűsésekkel fejezi ki a kölcsönhatásokat, másrészt nem oldja fel és nem is szigorítja a többi szerző által megfogalmazott megkötéseket.

A Jackson és Lawton által szemléltetett problémát is kezelni képes eljárást publikált Sarin [1978], amelyet a lényegi elemeiben nem változtatva Ducos [1980] MIP2 néven fejlesztett tovább. Ebben a technikában a konzisztencia feltételeinek való megfelelés az események bekövetkezéséből illetve be nem következéséből álló halmazok valószínűségeire felírt lineáris egyenletrendszert felhasználva kerül ellenőrzésre. Ezzel egyrészt ellenőrizhetővé válik, hogy az inputként megadott bekövetkezési és feltételes valószínűsések megfelelnek-e a teljes valószínűség tételéből adódó korlátoknak, másrészt az, hogy az értékek alapján képezhető együttes bekövetkezési valószínűsések a konzisztenciát biztosító tartományokon belül vannak-e. A módszer által megállapított korlátok így biztosítják a valószínűségelmélet tételeinek való megfelelés szükséges és elégséges feltételeit.

A bemutatott eljárások forгатókönyvek generálására való alkalmazásának megkérdőjelezhetősége mindazonáltal nem a korlátoknak való megfeleltetést biztosító technikában, hanem magukban a korlátokban áll. A probléma gyökerét az jelenti, hogy egy tényező másik elemre gyakorolt hatása két részből tevődik össze: a tényező állapotából és a befolyásoló erejéből. Amíg a hatás összességére nézve biztosítani kell azt, hogy a befolyásolt esemény valószínűsége nem csökkenhet a 0 érték alá, illetve nem nőhet az 1 érték fölé, addig maga a befolyásoló erő nem korlátozható. Ez utóbbi ugyanis azt jelentené, hogy létezhet olyan hatás, amelynél soha nem jöhet létre nagyobb, valamint limitált lenne hatások erőssége közötti maximális különbség. Mindez a rendszer leírásának minőségi korlátozásával járna. Amennyiben a hatások erősségét kifejező faktorok, mint az ismertetett eljárásban az odds arány, a feltételes valószínűsések alapján határozódnak meg, korlátok közé szorítják őket a feltételes valószínűség értékeivel szemben fennálló limitek, ami nem engedhető meg. A problémát a másik oldalról közelítve, a feltételes valószínűsések egyben fejezik ki az esemény befolyásoló erejéből és az állapotából adódó hatást, így azok valójában nem különülnek el a belőlük képzett mutatókban sem. Mindemellett a feltételes valószínűsések a rendszer azon állapotát jellemzik, amelyben meghatározásra kerültek. Amennyiben az egyik összetevő állapota, azaz az egyik esemény valószínűsége változik, az már a rendszer másik állapotát jelenti, ami az előzőektől eltérő feltételes valószínűségeket és azokból képzett mutatókat eredményezhet, mint azt 3.1.2 pontban szemléltettük. A kapcsolatok leírásával szemben megfogalmazott feltétel ugyanakkor megkívánja, hogy a befolyásoló erőt leíró paraméter bármilyen értéket felvehessen, így akár állandó maradjon. Mindez egyben akadályt jelent a dinamizálhatósággal szemben is, hiszen ha egy periódusban akár külső hatásra, akár egy esemény korábbi bekövetkezésének vagy be nem következésének a

feltételezéséből adódóan megváltoznak az esélyek, azok hatással lesznek a következő időszakok valószínűségi értékeire, így nem biztosított a korábbi kapcsolati leírások fenntarthatósága. A forgatókönyvek generálására alkalmazott eljárásnak természetesen biztosítani kell a kapcsolat erejét meghatározó paraméter változtathatóságát, ugyanakkor technikai szempontból célszerű olyan módszertant alkalmazni, amely annak állandósága esetén is biztosítja a konzisztenciát, és a változásokat eseti jelleggel kezeli, mintsem olyat, amelynél minden egyes állapothoz külön-külön kell definiálni a kapcsolatokat leíró értékeket. A fentiekből fakadó alkalmazásbeli probléma egyszerűen illusztrálható a következő, két eseményből álló rendszeren keresztül, ahol:

$$P(E_1) = 0.5$$

$$P(E_2) = 0.5$$

így a korlátok a következők:

$$\min P(E_1|E_2) = 0$$

$$\max P(E_1|E_2) = 1$$

vagyis az értékek az értelmezési tartomány bármely pontját felvehetik. Tegyük fel, hogy a szakértők becslése alapján E_2 bekövetkezése esetén E_1 esélye a bekövetkezésre 80%, azaz $P(E_1|E_2)=0.8$. Ebben az esetben a kapcsolat erősségét is kifejező odds-arány:

$$R_{12} = 4$$

Ugyanakkor, ha E_2 bekövetkezési valószínűsége például egy külső hatás, vagy egy korábban bekövetkezett esemény hatására $P(E_2)=0.8$ -ra változna, az a konzisztenciát biztosító feltételes valószínűségekre, így odds-okra, vonatkozó korlátok megváltozásával járna, nevezetesen:

$$\min P(E_1|E_2) = 0.375$$

$$\max P(E_1|E_2) = 0.625$$

azaz:

$$0.6 \leq R_{12} \leq 1.67$$

Az első állapot alapján definiált kapcsolat ezzel inkonzisztenciához vezet, ha a rendszer egy másik állapotba megy át.

Az eljárással kapcsolatban ezeken túlmenően került megfogalmazásra az a módszertani kritika, amely a feltételes valószínűségek oksági kapcsolatok kifejezésére való alkalmasságát kérdőjelezi meg (Jackson-Lawton [1976]). Ennek alapját a feltételes valószínűség definíciója adja, nevezetesen az, hogy nem fejezhető ki két esemény közötti oksági kapcsolat az együttes bekövetkezésük illetve valamelyikük bekövetkezési valószínűségének hányadosával. Az együttes bekövetkezés

valószínűsége ugyanis semmilyen jelentéstartalommal nem bír az események időrendiségére nézve, ami pedig az oksági kapcsolat megállapításához elengedhetetlen lenne. Másképpen fogalmazva, a feltételes valószínűség mindössze azt mutatja meg, hogy mekkora az esélye egy esemény bekövetkezésének, ha egy másik is bekövetkezik, és nem azt, hogy mekkora a bekövetkezés valószínűsége, ha a másik esemény azt megelőzően következett be. A kritika mindazonáltal nem állja meg a helyét, ha az események megfogalmazásánál megjelenítjük a bekövetkezés időpontját vagy időszakát is. Ebben az esetben ugyanis, a feltételes valószínűség magában foglalja az időrendiséget. Jól szemléltethető ez egy, két eseményből álló rendszeren, amelyet két időszakra vizsgálunk. Az eseményeket ekkor a következőképp fogalmazhatjuk meg:

E_1^1 , az E_1 esemény bekövetkezik az első időszakban

E_1^2 , az E_1 esemény bekövetkezik a második időszakban

E_2^1 , az E_2 esemény bekövetkezik az első időszakban

E_2^2 , az E_2 esemény bekövetkezik a második időszakban

A $\frac{P(E_1^1 E_2^2)}{P(E_1^1)} = P(E_2^2 | E_1^1)$ feltételes valószínűségben megjelenik az időrendiség, hiszen

az E_1 első időszakbeli és E_2 második időszakbeli bekövetkezése alapján határozódik meg.

Természetesen az időrendiség önmagában még nem garancia arra, hogy a kapcsolatok oksági alapon következnek be, itt azonban maga az időrendiség megjeleníthetősége és nem annak magyarázata a kérdés. Mindemellett az időrendiséget is kifejező eseményekre ugyanúgy fennállnak az előzőekben tárgyalt konzisztencia kritériumok, így önmagukban nem enyhítik a kapcsolatokat általuk leíró technikákkal szemben felmerülő problémákat.

4.1.2 *A kölcsönhatásokat skálaértékekkel kifejező, egy időszakkal dolgozó eljárások kritikája*

Ebben a kategóriába mindössze egyetlen alapeljárás, a Nováky és Lóránt által kidolgozott technika tartozik. A kutatók a modellt egyaránt bemutatták a hazai és a nemzetközi releváns szakirodalomban (Lóránt-Nováky [1975], Besenyei-Gidai-Nováky [1977], Nováky-Lóránt [1978]).

Az eljárás input adatait az esemény-párok között fennálló hatások erősségét és a hatás irányát kifejező skálaérték, illetve az egyes események kezdeti, valamint maximális és minimális valószínűségei jelentik. A kezdeti valószínűségek tartalmazzák a rendszerbe foglalt események hatásait. A maximális valószínűség az az érték, amely akkor áll elő,

ha az események sorra úgy következnek be vagy maradnak el, hogy a befolyásolt esemény valószínűsége növekszik. A minimális érték akkor áll elő, ha az események sorra úgy következnek be vagy maradnak el, hogy a befolyásolt esemény valószínűsége csökken. Az esemény-párokra vonatkoztatott hatások olyan faktorokban jelennek meg, amelyek annak alapján határozódnak meg, hogy az adott befolyásoló esemény milyen mértékben járul hozzá az összes befolyásoló eseményen belül, a befolyásolt esemény valószínűségének elmozdulásához a maximális vagy minimális érték felé. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a szakértők az esemény-párok vonatkozásában meghatározzák az s_{ij} tényezőket, amelyek egy $[-3,3]$ skála valamely elemét jelentik, és az E_i esemény E_j -re gyakorolt hatásának erejét és irányát mutatják. Ha a becslést több szakértő végezte, az adatokat összegzik az S_{ij} értékeket nyerve. A hatásokat kifejező faktorokat az S_{ij} értékek normalizálásával kapjuk:

$$z_{ij} = \frac{s_{ij}}{\sum_{i=1}^n |s_{ij}|}$$

ahol $-1 \leq z_{ij} \leq 1$

Az eljárás menete a következő:

1. Az eseményeket hierarchiába rendezik
2. A hierarchia csúcsán lévő eseményről véletlen szám generálásával eldöntik, hogy bekövetkezik-e vagy sem
3. A hierarchiában második esemény valószínűségét módosítják, ha az első esemény befolyást gyakorolt rá, majd véletlen szám generálásával döntenek a bekövetkezésről
4. A harmadik esemény valószínűségét módosítják, a megelőző események közül annak a figyelembevételével, amelyik befolyást gyakorol rá
5. Az előző lépést a hierarchia alján lévő eseményig ismétlik.

A valószínűségek módosítására a modell a következő formulákat alkalmazza:

$$p'_j = p_j + (p_{j\max} - p_j) \cdot \sum_{i=1}^n z_{ij} \text{ ha } \sum_{i=1}^n z_{ij} \geq 0$$

(4-6.)

$$p'_j = p_j + (p_j - p_{j\min}) \cdot \sum_{i=1}^n z_{ij} \text{ ha } \sum_{i=1}^n z_{ij} < 0$$

(4-7.)

ahol:

p'_j az E_j esemény valószínűsége a hatás után

$p_{j\max}$ és $p_{j\min}$ az E_j esemény maximális és minimális valószínűsége.

A módosítások során a hierarchikus rendszer miatt befolyásoló eseményekről már eldöntöttük, hogy azok bekövetkeznek-e vagy sem. Bekövetkezésük esetén hatásukat a z_{ij} elmaradásuk esetén a $-z_{ij}$ értékkel kell számításba venni.

A felsoroltak képezik a modell futtatásának A fázisát, amelynek eredményeképpen valamennyi eseménnyel kapcsolatban éltünk a bekövetkezés vagy elmaradás feltételezésével. Ezt felhasználva, a futtatás B fázisában az egyes eseményekre ismét ki kell számolni a valószínűségeket, ezúttal az összes esemény, nem csak a hierarchiában feljebb lévők hatásának figyelembevételével. Amennyiben a generált véletlen számok alapján nem módosulnak a feltételezések az események bekövetkezésére a futtatás befejeződött. Amennyiben egy adott esemény bekövetkezésére vonatkozó feltételezés módosul, újra kell számítani az összes olyan esemény valószínűségét is, amelyekre hatással van, a véletlen szám alapján dönteni bekövetkezésükről. Ezek a B_1, B_2, \dots, B_i futtatások addig tartanak, amíg egymás után kettő minden egyes eseményre ugyanazt a relációt eredményezi (ugyanazok az események következnek be).

Az A és B futtatások kellően nagyszámú ismétlése után előálló eredmények alapján a bekövetkezések relatív gyakoriságai adják a módosított valószínűségeket.

A forgatókönyvek generálására való alkalmazhatóság szempontjából, az eljárás mellett szól, hogy lehetővé teszi; eltérő előfeltevésekkel éljünk meghatározott események bekövetkezése vagy elmaradása tekintetében, ami az egyes scenárió változatok alapja lehet. Lehetőség van arra is, hogy a futtatásokat a kiinduló valószínűségek eltérő értékeire végezzük el adott eseményeknél, így szimulálhatóvá válnak a külső szereplők beavatkozási politikái. A módszer egyetlen időszakkal dolgozik, ugyanakkor az események megfogalmazásában a már tárgyalt módon meghatározhatók a bekövetkezések különböző időszakai, ebben az értelemben tehát a technika dinamizálható.

Problémát jelent azonban, hogy a technika skálaértékeket és normalizálást alkalmaz a hatóerő meghatározására. Ez egyrészt abból adódik, hogy a gyakorlatban alkalmazott skála diszkrét és véges, így nincs lehetőség arra, hogy az azonos kategóriába sorolt események között különbséget tudjunk tenni. Így például, az összes szoros kapcsolat azonos hatóerővel bír, nincs lehetőség arra, hogy kifejezzük a kategórián belül az egyik esemény hatóereje kétszer olyan nagy, mint a másiké. Mindez kiküszöbölhető, ha az előre definiált értékek helyett folytonos, végtelen skálát használunk. A probléma másik része abból fakad, hogy egy esemény hatóerejének kiszámításánál figyelembe vesszük a többi esemény hatóerejét is. Ez a hatóerő korlátozásához és indokolatlan változásához vezet, ami *minőségi kapcsolati korlátokat* jelent. A hatóerő korlátozása abból adódik, hogy a maximális vagy minimális valószínűség nem alkalmas arra, hogy elkülöníthetően kifejezzük belőle az egyes események önmagukban gyakorolt hatását. A hatóerő változása akkor történik, ha az eseményrendszert egy újabb eseménnyel

bővítjük, vagy az egyik esemény hatása változik, hiszen a normalizálás miatt ez érinti a többi eseményhez kapcsolódó értékeket is. Ebben az értelemben a módszer nem teszi lehetővé azt sem, hogy bármikor változtatható legyen az eseményhalmaz vagy a rendszer struktúrája. Az elmondottak jól szemléltethetők az alábbi példával:

Kezdetben háromelemű, E_1, E_2, E_3 eseményekből álló rendszert vizsgálunk. Tegyük fel, hogy a kiinduló valószínűségek értéke mindhárom eseménynél $p_1=p_2=p_3=0.5$. Tudjuk azt is, hogy E_2 és E_3 nagyon erős hatást gyakorolnak E_1 -re, akármelyikük bekövetkezik, az maga után vonja E_1 bekövetkezését is. A maximális valószínűség mindezt nem tudja figyelembe venni, hiszen annak a $[0,1]$ értelmezési tartományban kell maradnia. Esetünkben, ha mindkét befolyásoló esemény bekövetkezik tudjuk, hogy E_1 is bekövetkezik, így $p_{1\max}=1$. A kapcsolatot mindkét esetben szorosnak értékeljük, így $s_{21}=3$ valamint $s_{31}=3$. A normalizálásból adódóan $z_{21}=0.5$ és $z_{31}=0.5$. Bármekkora skálaértéket használnánk, az nem változtatna a normalizált értékeken. Ha most az egyes események hatását külön-külön vizsgáljuk, (4-6.) alapján akár E_2 , akár E_3 bekövetkezésére $p'_1=0.75$, ami alacsonyabb az eredetileg megfogalmazott hatásnál. A kapcsolat erőssége tehát korlátozott. Ha tovább bővítjük a rendszert, egy E_4 eseménnyel, és feltesszük, hogy annak hatása E_1 -re a másik két eseménnyel azonos, a z_{i1} értékek 0.5-ről 0.333-ra csökkennek, csökkentve az egy esemény által kiváltott valószínűségmódosulást is. Mindez nem indokolt, hiszen egy esemény befolyásoló ereje nem csökkenhet pusztán azért, mert újabb elemmel bővítettük a rendszert. Problémát jelent az is, hogy a modellben befolyásoló esemény elmaradása a bekövetkezéssel megegyező erősségű csak ellentétes irányú hatást vált ki. Ha a példánkban, három eseménynél maradva E_2 bekövetkezik és E_3 nem, akkor a módosító formula alapján $p'_1=0.5$, pedig tudjuk, hogy a bekövetkezéséhez elegendő a befolyásoló események közül pusztán az egyiknek a bekövetkezése is.

4.1.3 A kölcsönhatásokat származtatott értékekkel kifejező, egy időszakkal dolgozó eljárások kritikája

A következőkben tárgyalandó technikák közös vonása az egy időszak kezelésén kívül az, hogy az események közötti kapcsolatokat kifejező paraméterek értékeit a bekövetkezési valószínűségekből *származtatják*.

A Duperrin és Godet [1975] által kidolgozott modell alapját az események bekövetkezéséből illetve be nem következéséből alkotott halmazokra vonatkoztatott valószínűségek adják. A módszer az inputként az eseményekre megadott bekövetkezési valószínűségek, és az esemény-párokra vonatkozó feltételes valószínűségek értékeit felhasználva a bekövetkezésekből és be nem következésekből álló halmazok valószínűségeinek olyan konzisztens rendszerét generálja, amely a legkisebb eltérést mutatja a definiált értékekhez képest, ha azok nem konzisztensek.

Ezt egy optimalizációs feladat biztosítja, amelyben a minimalizálandó célfüggvény:

$$\sum_{ij}^n \left[P(E_i | E_j) P(E_j) - \sum_{k=1}^r t(ijk) \Pi_k \right]^2 + \sum_{ij}^n \left[P(E_i | \bar{E}_j) P(\bar{E}_j) - \sum_{k=1}^r s(ijk) \Pi_k \right]^2 \quad (4-8.)$$

a feltételrendszer:

$$\sum_{k=1}^r \Pi_k = 1, \quad \Pi_k \geq 0 \text{ minden } k - \text{ra}$$

ahol

n az események számát, r a bekövetkezésükből és be nem következésükből adódó halmazok számát,

Π_k a k -adik $k=1, \dots, r$, halmaz bekövetkezési valószínűségét jelöli, valamint,

$t(ijk)=1$, ha a k -adik halmaz egyaránt tartalmazza E_i és E_j bekövetkezését egyébként $t(ijk)=0$,

$s(ijk)=1$, ha a k -adik halmaz tartalmazza E_i bekövetkezését, és E_j be nem következését, egyébként $s(ijk)=0$.

A szélsőérték feladat megoldásával tehát a bekövetkezések és be nem következések halmazainak olyan valószínűségei generálódnak, amelyekből az input adatokhoz képest a legkisebb eltérést mutató konzisztens valószínűségi értékek számíthatók a következőképp:

$$P^*(E_i) = \sum_k \theta_{ik} \Pi_k$$

$$P^*(E_i | E_j) = \frac{\sum_{k=1}^r t(ijk) \Pi_k}{P^*(E_j)}$$

$$P^*(E_i | \bar{E}_j) = \frac{\sum_{k=1}^r s(ijk) \Pi_k}{1 - P^*(E_j)}$$

ahol $\theta_{ik}=1$, ha a k -adik halmaz tartalmazza E_i bekövetkezését, egyébként $\theta_{ik}=0$.

A P^* -al jelölt értéket alkotják tehát a konzisztens valószínűségeket, amelyek az elemzés tárgyát képező rendszert jellemzik.

Az eljárás kétségkívül rendelkezik azzal az előnnyel, hogy konzisztens valószínűségi értékeket ad. A technika ugyanakkor nem oldja fel azt a már tárgyalt problémát, amely az elem állapotát kifejező paraméter értékének és a kölcsönhatás erősségének az

együttes kezeléséből fakad. Nevezetesen, ha egy esemény kiinduló valószínűsége megváltozik, az érinti egyes bekövetkezési halmazok valószínűségét, ami újradefiniálhatja a feltételes valószínűségi értéket. Egy esemény valószínűségének növekedése itt egyet jelent azzal, hogy a halmazokon belül nő a bekövetkezést tartalmazók száma, ami együtt járhat egy másik eseménnyel való együttes bekövetkezést tartalmazó halmazok számának emelkedésével, anélkül hogy a másik esemény valószínűsége nőtt volna. Ez viszont a korábbi feltételes valószínűség megváltozását vonja maga után, ami gyakorlatilag a kapcsolatok erősségének kifejezésével szemben jelent minőségi korlátot.

A kapcsolatokat feltételes valószínűségek származtatott értékeivel fejezi ki Blanning és Reinig [1999] módszere. Az alapot itt is az események bekövetkezéséből és be nem következéséből adódó halmazok jelentik, de az előző eljárással szemben ezek valószínűségei nem generálódnak, hanem input adatként jelennek meg. Ennek biztosítását a szerzők igen egyszerűen oldják meg: a szakértőket nem az események bekövetkezésének az esélyéről kérdezik, hanem arról, hogy figyelembe véve a többi eseménnyel való kapcsolatukat is, azok a definiált időszakban bekövetkeznek-e vagy sem. Egy esemény bekövetkezési valószínűségét az igennel válaszoló szakértők számának az összes megkérdezetthez viszonyított aránya adja. Hasonlóképpen, az események közös bekövetkezéseinek valószínűségeit azon szakértők számának az aránya adja, akik a halmazokban szereplő események bekövetkezését jósolják, így az értékekből számított feltételes valószínűségek megfelelnek a konzisztencia kritériumoknak. A szerzők az események közötti páronkénti kölcsönhatást kifejező faktort, a hatást kifejtő esemény bekövetkezésére és be nem következésére vonatkoztatott feltételes valószínűségek különbségeként definiálják.

A forgatókönyvek generálására való alkalmazhatóság szempontjából az eljárás előnye a könnyű dinamizálhatóság. A valószínűségi értékek megállapításának módszere ugyanis változtatás nélkül adaptálható több időszakra, azaz a szakértők arra adnak választ, hogy az esemény a meghatározott időperiódusban bekövetkezik-e. Az oksági hatásokat a már jelzett módon kifejező konzisztens faktorok ugyanakkor kiszámíthatók a periódusokra vonatkoztatott bekövetkezéseket jelentő válaszok számából. Az E_i esemény, E_j -re gyakorolt hatását kifejező feltételes valószínűséget így az E_i t -edik, és E_j $t+1$ periódusban való bekövetkezését jósoló szakértők arányának, és az E_i t -edik periódusban való bekövetkezését jósoló szakértők arányának hányadosa adja. Hátrány ugyanakkor, hogy a valószínűségek nem a becslők közötti konszenzuson, hanem a véleménykülönbségükön alapulnak, ami hipotetikusabbá teszi az értékeket. További, egyben a legfőbb gátat az alkalmazással szemben a kapcsolatok feltételes valószínűségekkel történő kifejezéséből adódó, már tárgyalt probléma jelenti.

A tárgyalt technikák mellett Turoff [1972] olyan módszert dolgozott ki, amely elkülönítve jeleníti meg a kapcsolatokban a befolyásoló hatás erejét, illetve a befolyásoló tényező állapotát. Modelljében az események valószínűsége két komponens függvényeként határozódik meg elkülönítve annak „adott” – a befolyásoló hatások nélküli – összetevőjét, valamint azt az összetevőt, amely az események közötti kölcsönhatások miatt jelenik meg:

$$P(E_i) = \frac{1}{1 + \exp(-\gamma_i - \sum_{k \neq i} C_{ik} P(E_k))} \quad (4-9.)$$

ahol γ_i a $P(E_i)$ kölcsönhatásoktól független elemét, C_{ik} pedig az E_k esemény valószínűségére való érzékenységet fejezi ki.

A C_{ik} paraméter meghatározására az eljárás a rendszer azon állapotainak a feltételes valószínűségeit használja fel, amelyekben a befolyásoló esemény bekövetkezése illetve be nem következése biztos. Ezekben az állapotokban a feltételes valószínűségi értékek a befolyásolt esemény valószínűségével egyenlők, így tulajdonképpen azt a módosulást fejezik ki, amely azáltal megy végbe a bekövetkezés esélyében, hogy a befolyásoló elem valószínűsége egyre nő vagy nullára csökken. Turoff technikája tehát az előző módszerekkel szemben a kapcsolatot jellemző mutatót a rendszer speciális állapotaiból származtatja, amelyekre a kezdeti valószínűségi értékekben végbemenő változások nincsenek hatással. Ezenfelül, a befolyásoló esemény bekövetkezéséből vagy be nem következéséből adódóan a feltételes valószínűségekre nézve nem állnak fenn korlátok. E két jellemző, valamint a valószínűségi értékeket meghatározó formula biztosítja, hogy a kapcsolatok erősségét kifejező paraméter nem korlátozott.

$$C_{ik} = \frac{1}{1 - P(E_k)} [\phi(R_{ik}) - \phi(P(E_i))] = \frac{1}{P(E_k)} [\phi(P(E_i)) - \phi(S_{ik})] = \phi(R_{ik}) - \phi(S_{ik}) \quad (4-10.)$$

ahol:

R_{ik} , az E_i valószínűségét mutatja, amikor $P(E_k)=1$, ami ebben az állapotban egyenlő értékű a $P(E_i | E_k)$ -val,

S_{ik} , az E_i valószínűségét mutatja, amikor $P(E_k)=0$, ami ebben az állapotban egyenlő értékű a $P(E_i | \bar{E}_k)$ -val,

$\phi(x) = \ln[x/(1-x)]$ és x , a $P(E)$, S , R változók bármelyikét jelölheti.

A bekövetkezési valószínűség kölcsönhatásoktól független elemét kifejező komponens meghatározása a kölcsönhatásokat megjelenítő összetevő eliminálásával történik:

$$\gamma_i = \phi P(E_i) - \sum_{k \neq i} C_{ik} P(E_k) \quad (4-11.)$$

Az alkalmazás során a szakértőknek egyrészt meg kell becsülni azokat a valószínűségi értékeket, amelyek már tartalmazzák a kölcsönhatásokból fakadó összetevőt, azaz amelyek a kapcsolatok és a többi esemény valószínűségének figyelembevételével jellemzik az adott elem állapotát, másrészt az esemény valószínűségét, ha a befolyásoló elem bekövetkezésének esélye egy értékre nő vagy nulla értékre csökken.

Az eljárás eredeti célja az, hogy a valószínűségek kölcsönhatásoktól független komponensét megjelenítő γ értékek, valamint a befolyásoló erőt kifejező C paraméterek állandósága mellett, a befolyásoló események valószínűségeinek változásából adódó hatással módosítsa a kezdeti állapotot jellemző bekövetkezési esélyeket.

Az előzőekben tárgyalt módszerekkel szemben a technika egyértelmű előnye, hogy nem korlátozza a kapcsolatokat kifejező paramétert. Ez egyrészt abból fakad, hogy a befolyásoló hatás erejét megjelenítő C olyan származtatott érték, amely meghatározásához felhasznált feltételes valószínűségek a valószínűségi értékek teljes értelmezési tartományában konzisztensek. Emellett az (4-9.) alapján belátható, hogy rögzített γ esetén bármelyik C_{ik} értelmezhető a $[-\infty, \infty]$ intervallumon, hiszen ebben az esetben, $P(E_i) \rightarrow 1$, ha $C_{ik} \rightarrow \infty$ és $P(E_i) \rightarrow 0$, ha $C_{ik} \rightarrow -\infty$. Ez utóbbi tulajdonság azt jelenti, hogy a befolyásoló esemény valószínűségének változásából eredő hatás mellett korlátozó feltevések nélkül nyílik lehetőség a hatás erejének megváltozásából adódó következmények vizsgálatára is.

Bár a modell egyetlen periódussal dolgozik, nehézségek nélkül alkalmazható N eseményből és M szakaszból álló időhorizontra vonatkozó vizsgálatoknál az alábbi folyamatot követve:

- Meghatározzuk az E_i $i=1, \dots, N$ események bekövetkezési valószínűségeit a T_m , $m = 1, \dots, M$ időperiódusokra úgy, hogy azokban már figyelembe vannak véve a kölcsönhatások
- A hatásokban oksági alapot tételezünk fel, ezért egy esemény valószínűségében, adott időszakban bekövetkező változás hatása csak a következő periódusokban jelentkezik. Valamennyi (T_m, T_{m+z}) $z = 1, \dots, M-m$ periódus által alkotott párra vonatkozóan meghatározzuk az esemény-párok közötti kölcsönhatásokat kifejező R és S értékeket, és ezek alapján kiszámításra kerülnek a C és γ értékek.
- Az egyes periódusok valószínűségei módosulnak az előttük lévő időszakok valószínűségeinek változása, valamint az események kapcsolatainak külső, illetve egy korábbi periódus hatásából fakadó változása alapján.

A módszer több időperióduson történő alkalmazásánál figyelembe kell vennünk, hogy amíg a C értékek az egyes esemény-párokhoz, addig a γ értékek magukhoz az eseményekhez társulnak. Mindez azt jelenti, hogy a C -k a periódus párok, ugyanakkor a γ -k a periódusok vonatkozásában értelmezhetők. Így például a C_{12}^{31} a második esemény első periódusbeli valószínűsége által gyakorolt hatás befolyásoló erejét jeleníti meg az első esemény harmadik periódusbeli valószínűségére vonatkoztatva, míg γ_1^3 az első esemény harmadik periódusban felvett valószínűségének kölcsönhatásoktól független komponensét jelenti. Mindez logikus, hiszen a kölcsönhatásoktól független részt adottságként, azaz a többi elem korábbi időszakokban felvett állapotában végbemenő változástól függetlenül értelmezzük. Ennek megfelelően a (4-9.) és (4-11.) formulák a következőképp módosulnak:

$$P^m(E_i) = \frac{1}{1 + \exp(-\gamma_i^m - \sum_{t=1}^{m-1} \sum_{k=1}^N C_{ik}^{mt} P^t(E_k))} \quad (4-12.)$$

$$\gamma_i^m = \phi P^m(E_i) - \sum_{t=1}^{m-1} \sum_{k=1}^N C_{ik}^{mt} P^t(E_k) \quad (4-13.)$$

ahol a felső indexek az időszakokra vonatkoznak úgy, hogy $t=1,2,\dots,M-1$ a befolyásoló periódust, $m=1,2,\dots,M$ pedig a befolyásolt periódust jelöli. Az eredeti formulákhoz képest további különbség, hogy ott nem jelentek meg az elemek saját magukra gyakorolt hatásai. Ezt a kitételt célszerű a több perióduson történő alkalmazásból kivonni, hiszen a gyakorlattól távol állna annak a feltételezése, hogy egy esemény bekövetkezési esélye nincs összefüggésben a korábbi időszakokat jellemző valószínűségével. A technikai módosítás mindössze abból áll, hogy az eredeti modellben, az adott periódusban kizárólag az események önmagára gyakorolt hatása nem jelenik meg, az átalakított verzióban viszont valamennyi perióduson belüli hatást kizárjuk, és a megelőző periódusok hatásaival számolunk. Önmagában ez nem jelent korlátot az alkalmazhatósággal szemben, hiszen a periódusok hosszának nem kell egyenlőknek lenniük, és mint azt korábban tárgyaltuk, úgy választjuk meg őket, hogy azokon belül még ne jelentkezzenek az oksági hatások.

A fentiekből látható, hogy az eljárásban eddig nincsenek figyelembe véve a magasabb rendű hatások. A technika eredeti, Turoff által publikált verziója a kérdést úgy oldja meg, hogy az események valószínűségi értékéhez meghatározza a hatásokból adódó módosulás maximális intervallumát. Ezt két újabb esetre vonatkozó szakértői becslés segítségével teszi, amelyek az E_i esemény bekövetkezési valószínűségére vonatkoznak, annak feltételezésével, hogy:

- az összes olyan esemény bekövetkezik, amelyik a $P(E_i)$ növekedése irányába hat, illetve biztos, hogy nem következik be egyetlen olyan esemény sem, amelyik a csökkenése irányába hat
- az összes olyan esemény bekövetkezik, amelyik $P(E_i)$ csökkenése irányába hat, illetve biztos, hogy egy esemény sem következik be, amely a növekedése irányába hat.

A módszer több időszakra való alkalmazásának leírásából ezenfelül látható, hogy bármelyik periódusban önkényesen felülírhatók az események valószínűségeinek és a befolyásoló erőt megjelenítő paraméterek értékei, ami a rákövetkező időszakok valószínűségeinek módosulásával jár. Mindez azt jelenti, hogy a magasabb rendű hatások a modelltől függetlenül kezelhetők, és az értékek felülírásával bevihetők a rendszerbe. Ehhez hasonlóan a felülírás lehetősége biztosítja azt is, hogy a vizsgált rendszer elemeit, vagy kapcsolatait kívülről érő hatások bármelyik időszakban beépíthetők legyenek. Az események valószínűségi értékeinek illetve a struktúrát leíró

kapcsolatrendszernek a változtatási lehetősége pedig alapul szolgál az alternatív forgatókönyvek generálásához.

4.1.4 A kapcsolatokat skálaértékkel megjelenítő, több időszakkal dolgozó eljárások kritikája

Az ide tartozó technikák közös vonása, hogy az előző pontban tárgyalt Turoff-modellhez hasonlóan elkülönítik a hatások befolyásoló erőből adódó komponensét. E tényezőt azonban nem származtatják, hanem skálát használva közvetlenül becslik. A korábbiakban tett megállapítások alapján kijelenthető, hogy az input adatként rendszerbe vitt, és ebből a szempontból önkényesen megadott skálaértékek önmagukban nem okoznak a valószínűségelmélet tételeivel szemben fennálló inkonzisztenciát. Az egyes elemek valószínűségei megváltozásának, illetve a kapcsolatok érvényre jutásának hatására a rendszer egy másik állapotot vesz fel, ahol bármelyik esemény valószínűsége konzisztens a $[0,1]$ intervallum bármely pontjában. A hatásfaktorokkal szemben fennálló kritérium így mindössze annyi, hogy ne eredményezzék a befolyásolt esemény valószínűségét kifejező érték elmozdulását az értelmezési tartományból. Az itt tárgyalt eljárások további közös jellemzője, hogy a kezdeti valószínűségek nem tartalmazzák a kölcsönhatásokból eredő komponenset, azaz úgy kerülnek meghatározásra, mintha a többi esemény nem gyakorolna rájuk semmilyen hatást. Ez a valószínűség módosul a technika használatával úgy, hogy figyelembe vesszük az események közötti kapcsolatokat is.

A kölcsönhatás elemzés elsőként kidolgozott, Gordon és Hayward [1968] által bemutatott módszere is ebbe a kategóriába sorolható. Az eljárás periódusokra osztott időhorizonttal dolgozik, ahol az egyes események bekövetkezési valószínűségét egy-egy időszakhoz társítják. Az alkalmazás során, a legkorábbi időszaktól indulva, az időrendi sorrendet tartva, szekvenciálisan, Monte Carlo technika segítségével módosítják azoknak az eseményeknek a valószínűségeit, amelyek bekövetkezésére a hatást gyakorló események bekövetkezése után van esély. A valószínűségeket módosító formula a következő:

$$P^M(E_i) = kS \frac{t-t_j}{t} P^2(E_i) + \left[1 - kS \frac{t-t_j}{t}\right] P(E_i) \quad (4-14.)$$

ahol:

$P^M(E_i)$, az E_i esemény valószínűsége, ha E_j egy adott, megelőző időszakban bekövetkezett,

$$k = \begin{cases} -1, & \text{ha } E_j \text{ bekövetkezése növeli } E_i \text{ valószínűségét,} \\ +1, & \text{ha } E_j \text{ bekövetkezése csökkenti } E_i \text{ valószínűségét,} \end{cases}$$

S , $0 \leq S \leq 1$ az E_j befolyásoló hatásának erejét kifejező paraméter
 t , $t > 0$ azt az időszakot jelöli, amelyre E_i valószínűségét becsüljük.

$t_j, t > t_j$ az E_j esemény bekövetkezésének időszakát jelöli

A forgatókönyvek generálására való alkalmazhatóság szempontjából az eljárással kapcsolatos akadály egyrészt a valószínűségek módosítására használt formulából, másrészt a befolyásoló erő nagyságának meghatározásából fakad. A formulából adódó problémát az jelenti, hogy az S paraméter korlátaiból fakadóan az események valószínűségének módosítási lehetősége kisebbek, mint az, az értékekkel szemben fennálló konzisztencia kritériumok alapján lehetséges lenne. Mint azt láthattuk, a konzisztenciát biztosító feltétel egyedül a $0 \leq p \leq 1$ kitétel. A (4-14.) átalakításával megkaphatjuk a valószínűség módosulásának a függvényét, amely az esemény valószínűségét *növelő hatás* esetén:

$$\Delta^N P(E_i) = P^M(E_i) - P(E_i) = kSVP^2(E_i) - kSVP(E_i) \quad (4-15.)$$

ahol a Δ^N a valószínűséget növelő hatásból eredő változásra utal, és

$$V = \frac{t - t_j}{t}$$

A valószínűség maximális módosulási lehetőségének vizsgálatához célszerű azt az esetet vizsgálni, ahol $S=1$, mert ekkor a legnagyobb a befolyásoló erő, valamint amikor a lehető legtöbb idő telik a befolyásolt esemény bekövetkezésére vonatkozó és a befolyásoló esemény bekövetkezésének időszaka között. Ebben az esetben $V = V^{Max}$. A kölcsönhatás miatti módosulás $\Delta^N P(E_i)$ ekkor az E_i valószínűségének a függvénye, azaz:

$$\Delta^N P(E_i) = f(P(E_i)) = kV^{Max} P^2(E_i) - kV^{Max} P(E_i) \quad (4-16.)$$

A függvény a $[0,1]$ értelmezési tartományon folytonos, és:

$$f' = kV^{Max} [2P(E_i) - 1] \quad (4-17.)$$

Miután $k < 0$ látható, hogy a változás mértéke a $[0, 0.5)$ intervallumon monoton nő, míg a $(0.5, 1]$ intervallumon monoton csökken, így a maximális értékét a $P(E_i)=0.5$ pontban veszi fel.

A befolyásolt esemény valószínűségét *csökkentő hatás* esetén a módosulás mértékét kifejező függvény:

$$\Delta^{Cs} P(E_i) = P(E_i) - P^M(E_i) = kSVP(E_i) - kSVP^2(E_i) \quad (4-18.)$$

Ahol Δ^{Cs} a valószínűséget csökkentő hatásból eredő változásra utal. Az előzőekhez hasonlóan, $S=1$ esetre és $V=V^{Max}$ feltételezésével:

$$\Delta^{Cs} P(E_i) = f(P(E_i)) = kV^{Max} P(E_i) - kV^{Max} P^2(E_i)$$

(4-19.)

amely függvény folytonos a $[0,1]$ értelmezési tartományon, és

$$f' = kV^{Max} [1 - 2P(E_i)]$$

(4-20.)

Miután a valószínűséget csökkentő hatás esetén $k>0$, látható, hogy a változás mértéke a $[0, 0.5)$ intervallumon monoton nő, míg a $(0.5, 1]$ intervallumon monoton csökken, így maximumát a $P(E_i)=0.5$ pontban veszi fel.

A 0.5 értéket a (4-16.) és (4-18.) formulákba behelyettesítve látható, hogy a kölcsönhatásokból adódó maximális hatásra a befolyásolt esemény valószínűsége kevesebb, mint 0.25-el fog módosulni, hiszen $V^{max}<1$. Ez viszont a kölcsönhatásokkal szemben jelent korlátot, hiszen nem biztosítja például azt, hogy egy $p=0.5$ valószínűségű esemény bekövetkezési esélye a befolyásoló események bekövetkezésének hatására $p=0.75$ -re vagy magasabbra növekedjen, illetve $p=0.25$ -re vagy alacsonyabbra csökkenjen. Ez a kapcsolatok minőségi korlátozását jelenti.

A valószínűségeket módosító formula különböző eseményekhez tartozó S értékei, a befolyásoló erőt kifejező skálán meghatározott input adatok normált értékeiként határozódnak meg, így annak bármilyen zéró és egy pozitív valós szám által meghatározott intervallumot felölelő, folytonos vagy diszkrét formája alkalmazható. A befolyásoló erő becslésénél itt két lehetőség adódik: az értékek egy előre definiált skálán kerülnek meghatározásra, vagy pedig egymáshoz viszonyítva, így a legmagasabb skálaértéket a legerősebb hatás fogja definiálni. Bármelyik módszert választjuk, korlátokba ütközünk, amikor a rendszer kapcsolati hálóját, azaz a befolyásoló erőt kifejező paraméter értékét szeretnénk változtatni. Az előre definiált skálán a változtatási lehetőségek eleve korlátozottak, hiszen adott a maximális érték. Egy 0–10 intervallumot megjelenítő skálán például már nincs lehetőség az 5-nél nagyobb értékkel rendelkező kapcsolatok befolyásoló erejének megduplázódására. Amennyiben a skála maximális értékét a legnagyobb befolyásoló erő határozza meg, úgy annak későbbi változása a normálás miatt a többi kapcsolat erejének változását eredményezi, így az elemek egymásra gyakorolt hatásainak ereje tőlük teljesen független tényezők miatt változna meg. Ha például a rendszer adott állapotában a két elem között fennálló legerősebb kapcsolatot 10-es értékkel jellemezzük és létezik másik két elem viszonyában 5-ös erősségű befolyásoló erő, akkor az első kapcsolathoz $S=1$, míg a másodiknál $S=0.5$. Tegyük fel, hogy a rendszer állapotának megváltozása miatt egy befolyásoló hatás kétszer olyan erőssé válik, mint az eddigi legerősebb. Ez 20-as maximális skálaértéket jelentene, és a rendszerbe illesztése az előbbi kapcsolatok S értékeit az elsőnél $S=0.5$ a másodiknál pedig $S=0.25$ -re változtatná. Ez viszont azt jelentené, hogy a befolyásoló események valószínűségmódosító hatása

kizárólag azért csökkenne, mert egy tőlük független kapcsolat ereje megerősödött, ami nem fogadható el. Ezzel gyakorlatilag a technika nem biztosítja a kapcsolat erősségének, a korábbi állapotot jellemző maximális érték fölé növelésének lehetőségét egyetlen esemény-párra sem, ami szintén a kapcsolatok minőségi korlátozását jelenti.

Amennyiben a befolyásoló erő változásának kifejezésével szemben fennálló korlátoktól eltekintünk, az eljárás könnyen konvertálható előidejűséget nem feltételező, több periódussal dolgozó modellé, a következők szerint:

1. Az analízis időhorizontját egyenlő hosszúságú periódusokra osztjuk fel,
2. Meghatározzuk az események befolyásoktól mentes valószínűségeit az egyes periódusokban,
3. Meghatározzuk az esemény-párok kapcsolataiban jelentkező hatások befolyásoló erejét az egyes periódus-párok vonatkozásában, az események önmagukra gyakorolt hatását is beleértve,
4. Az első periódus eseményeinek kezdeti valószínűségére alapozva, Monte Carlo technika segítségével módosítjuk a rákövetkező periódusok valószínűségi értékeit,
5. A második periódus módosított valószínűségeire alapozva az előzőhöz hasonlóan tovább módosítjuk a valószínűségeket a későbbi periódusokban,
6. Periódusonként eggyel előre haladva az előző lépés ismétlődik, amíg az utolsó előtti periódus hatását is figyelembe vettük.

Meg kell jegyezni, hogy a valószínűséget módosító formula az időszakokat indexekként, a közöttük eltelt időt pedig az indexek különbségeként kezeli, így a periódusok hosszának az elemzés során egyenlőknek kell lenniük.

A kölcsönhatás elemzés periódusokra osztott időhorizonttal dolgozó, KSIM elnevezésű modelljét dolgozta ki Kane [1972]. Az eljárás valószínűségi értékek helyett $[0,1]$ intervallumon értelmezhető vagy arra transzformálható trendértékek meghatározását célozza, úgy hogy figyelembe veszi a változók közötti kölcsönhatásokat. A szakértői becslések a trendek kölcsönhatásoktól független értékeinek a meghatározására és a trendek által megjelenített tényezők egymásra gyakorolt befolyásának erősségére vonatkoznak. A technika alkalmazása során az elszigetelten becsült trendek értéke módosul a kölcsönhatások rendszerbe iktatása miatt. Az értékeket módosító formula a következő:

$$x_i(t + \Delta t) = x_i(t)^{k_i}$$

(4-21.)

$$k_i(t) = \frac{1 + 0.5\Delta t \sum_{j=1}^N (|\alpha_{ij}| - \alpha_{ij}) x_j}{1 + 0.5\Delta t \sum_{j=1}^N (|\alpha_{ij}| + \alpha_{ij}) x_j}$$

(4-22.)

ahol:

N , a változók száma,

x_i a befolyásolt, x_j a befolyásoló változót jelöli, $i, j = 1, 2, \dots, N$ és $0 \leq x_i, x_j \leq 1$

t az időtényező, és $t \geq 0$

α_{ij} annak a befolyásoló erőnek egy skálán kifejezett értéke, amelyet x_j gyakorol x_i -re és $\alpha_{ij} < 0$, ha a hatás negatívan, illetve $\alpha_{ij} > 0$, ha pozitívan befolyásolja x_i értékét. Ha a két trend között nincs kapcsolat $\alpha_{ij} = 0$

A technika alkalmazhatósága forgatókönyvek események valószínűségén alapuló generálására annak az alapján vetődik fel, hogy a trendváltozók kezdeti értékei $[0,1]$ tartományban határozódnak meg, és a módosítás során végig ott is maradnak. Az (4-21.)-ből, és (4-22.)-ből láthatjuk, hogy a módosítás során, akár Δt , akár α_{ij} tart a végtelenhez (α esetében a mínusz végtelenhez is), a módosított érték egy 0 és 1 közötti szám végtelenhez tartó hatványa vagy gyöke lesz, ami szintén nulla és egy közötti értéket eredményez. Mindezen felül, (4-21.)-ből látható az is, hogy ha $x_i = 0$ vagy 1, az értéke nem módosul.

A kapcsolatokat feltételes valószínűségekkel megjelenítő eljárásokkal szemben itt is jelentkezik a befolyásoló hatás erejének és a befolyásoló elem állapotának szétválasztásából fakadó előny. Emellett, a Gordon–Hayward technikával szemben, itt nem a befolyásoló hatás erejét meghatározó skála értékének normált formája jelenik meg a módosító függvényben. Az (4-21.)-ből látható az is, hogy az α értelmezhető a $[-\infty, \infty]$ tartományon anélkül, hogy az a módosítás során az x_i $[0,1]$ intervallumból történő kilépését eredményezi. Mindez azt jelenti, hogy az előző módszerrel ellentétben itt lehetőség nyílik a befolyásoló erő értékének az eljárás elején meghatározott maximum fölé emelésére, tehát itt nincsenek jelen a Gordon–Hayward módszerben meglévő, a rendszer struktúrájának átalakításával szemben fennálló korlátok.

Miután a befolyásoló erőt kifejező skálaértékek közvetlenül jelennek meg az értékeket módosító formulában, problémát jelent a skála fokszámának illetve terjedelmének önkényes megválasztása. A skálázással kapcsolatban felmerülő gyakorlati problémákat jól szemlélteti Wissema és Benes [1980] tanulmánya. A probléma feloldására Black és szerzőtársai [1994] két olyan eljárást javasolnak, amelyekben a befolyásoló erőt kifejező paraméter kezdeti értéke tapasztalati idősorok felhasználásával módosítható, csökkentve a meghatározásában rejlő önkényességet. Mindazonáltal, ha a módszert események valószínűségeinek generálására szeretnénk használni, nem mondható, hogy rendelkezésre állnak a befolyásoló erő értékének módosításához szükséges adatsorok.

Különösképpen igaz ez azokban az esetekben, ahol olyan eseményről van szó, amelyre a jelent megelőző időszakban nem volt esély, de a jövőben lesz. A másik jelentős probléma abból adódik, hogy az eredeti eljárásban az értékeket módosító formula tulajdonképpen nem más, mint egy trendfüggvény, ahol a független változó az idő, és a befolyásoló trend kezdeti értéke illetve a hatás befolyásoló ereje paraméterekként szerepelnek. Az időben előre haladva azonban a befolyásoló trend értéke is változik, ezért nem fogadható el az, hogy a befolyásoló hatás mértékét kizárólag egy adott időpontban felvett állapot határozza meg. Természetesen lehetőség van arra, hogy a paramétereket bármely időpontra vonatkoztatva megváltoztassuk azonban ez egy, a folyamatban automatikusan nem szereplő, önkényes lépésként tehető meg. Ha a például x_1 és x_2 egy-egy egymásra kölcsönösen ható trendet jelöl, és a hatások csakis egyik periódusról a másikra jelentkeznek, x_1 $t+3$ időpontban felvett értékének meghatározásához figyelembe kellene venni x_2 $t+2$ időpontbeli értékét, amit x_1 $t+1$ időpontban felvett értéke befolyásol. Ezt a hatásmechanizmust a modell nem kezeli automatikusan, hiszen abban az x_i $t+3$ időpontban felvett értékét egyedül x_2 t -edik időpontbeli értéke módosítja. A problémát fokozza, ha a hatások átívelnek a periódusokon, hiszen ekkor a trendváltozó a $t+\Delta t$ időpontban felvett értékére egyszerre hat a befolyásoló trend több, korábbi időpontbeli értéke.

A trendek változó értékeinek bevonása céljából történő kiegészítést publikál Lipinski és Tydeman [1979] ahol a hatások egyrészt a befolyásoló változó t időpontbeli értékéből, másrészt pedig ennek időbeli változásából fakadnak.

$$x_i(t + \Delta t) = x_i(t)^{\pi_i(t)} \quad (4-23.)$$

ahol

$$\pi_i(t) = \frac{1 + 0.5\Delta t \sum_{j=1}^N (|Q_{ij}| - Q_{ij})}{1 + 0.5\Delta t \sum_{j=1}^N (|Q_{ij}| + Q_{ij})} \quad (4-24.)$$

és

$$Q_{ij} = A_{ij}x_j + B_{ij} \frac{\partial x_j}{\partial t} \quad (4-25.)$$

amelyben A_{ij} jelöli a hatás erejének x_j értékéből adódó, és B_{ij} az x_j változásából adódó komponenseit. A módosítás számol ugyan a befolyásoló trend változóértékének módosulásával, de nem oldja fel az előzőekben felvetett problémát. Ha eltekintünk a több perióduson átívelő hatásoktól, és a módosító formulában x_j értéke az idő függvényében határozódna meg, nem lenne szükség a B_{ij} komponensekre, hiszen az $A_{ij}x_j(t+\Delta t-\epsilon t)$ együttesen fejeznék ki az x_j t -időpontban felvett értékének és az abban

$(t+\Delta t)$ -t közvetlenül megelőző időpontig végbement változásnak a hatását. Az eljárás ezzel szemben egy adott x_j érték végtelen kis időegység alatt lezajló változásának hatását jeleníti meg, ami állandó. A problémát Mohapatra és Vizayakumar [1989] szemlélteti egy, két trendből álló példán, ahol a változók kölcsönösen hatnak egymásra és a hatás kizárólag a B komponensekből áll. Ekkor:

$$\delta x_1(t) = B_{12} \delta x_2(t)$$

$$\delta x_2(t) = B_{21} \delta x_1(t)$$

és

$$x_1(0) = x_{10}$$

$$x_2(0) = x_{20}$$

A változást leíró egyenletekből meghatározhatók az $x(t)$ értékek:

$$x_1(t) = B_{12} x_2(t) + c_1$$

$$x_2(t) = B_{21} x_1(t) + c_2$$

ahol c_1 és c_2 az integrálás konstansai. A két egyenletet x -ekre megoldva a következőket kapjuk:

$$x_1(t) = \frac{B_{12}c_2 + c_1}{1 - B_{12}B_{21}}$$

$$x_2(t) = \frac{B_{21}c_1 + c_2}{1 - B_{12}B_{21}}$$

amelyből látható, hogy, amennyiben a változás hatásait csak egy időpont alapján definiáljuk, x_1 és x_2 értékei konstansok lesznek, így az időhorizont bármely pontjában a kezdeti x_{10} és x_{20} maradnak. Ez egyben azt jelenti, hogy nem jelenik meg az x_j változásából fakadó módosító hatás. Lipinski és Tydeman továbbfejlesztésének másik eleme a KSIM események valószínűségének módosítására történő alkalmazása. Modelljünkben a szerzők kumulatív valószínűségeket használnak, amelyekkel kapcsolatban felmerülő problémákat az 3.1.2 pontban tárgyaltuk.

A KSIM technika által a trendértékek módosítására alkalmazott formula biztosítja a lehetőségét annak, hogy a megfogalmazott kritikákból adódó problémákat kezelve egy olyan eljárást dolgozzunk ki, amelyben az egyes időszakok valószínűségei a korábbi periódusok valószínűségi értékei alapján kerülnek változtatásra, továbbá amelyben az események által megjelenített tényezők befolyásoló ereje nem skálaértékkel kerül kifejezésre. Ennek részletes tárgyalására a 4.2 fejezetben kerül sor.

4.1.5 A kapcsolatokat származtatott értékekkel kifejező, több időperiódust kezelő eljárások kritikája

A hatások származtatott értékkel történő kifejezése a több periódust kezelő eljárásokban elsősorban a skálaértékektől való eltérésben nyilvánul meg. A Wakeland [1976] által kidolgozott QSIM2 modell a trendek, kölcsönhatásokat is figyelembevevő változásainak vizsgálatára alkalmazható eljárás. A trendértékeket a modell a következőképp kalkulálja:

$$x_i(t + \Delta t) = x_i(t) + \Delta t \frac{\partial x_i(t)}{\partial t} \quad (4-26.)$$

és

$$\frac{\partial x_i}{\partial t} = b_i + \sum_{j=1}^N F_{ij}(x_j) + \sum_{k=1}^M G_{ik}(y_k) \quad (4-27.)$$

ahol

x_i $i = 1, \dots, N$ a trendváltozók értékeit,
 y_k $k = 1, \dots, M$ az x_i változók függvényeként meghatározódó segédváltozók értékeit,
 b_i az x_i időbeli változásának alaprátaát jelölik.
 F_{ij} és G_{ik} pedig a trendváltozók és segédváltozók x_i – változására gyakorolt hatásait kifejező függvények.

A függvények definiálására, azaz a kapcsolatok leírására a szerző statisztikai eljárásokat, ezek hiányában mentális modellezést javasol. A kapcsolatok függvényekkel történő kifejezése feloldja azt a KSIM-ben meglévő problémát, hogy a hatást gyakorló változók egyetlen érték alapján kerülnek beszámításra, amikor a befolyásolt változó időbeli alakulását vizsgáljuk. A függvények meghatározásának módja pedig feloldja a hatásfaktorok skálaértékekkel történő kifejezésének önkényességét.

A módszer esemény alapú forгатókönyvek generálására való alkalmazásának a legfőbb gátja ugyanakkor az, hogy amíg a KSIM esetében a változók értékei a $[0,1]$ tartományban maradnak, bármekkora értéket vesz fel a hatás erősségét kifejező paraméter, illetve bármekkora értéket ad a befolyásoló változók értékeiből és hatásfaktoraikból alkotott szorzatok összege, addig jelen esetben ez nem biztosított. Az alapvető problémát az jelenti, hogy a befolyásolt tényező értékének változását a különböző függvényekből adódó értékek összege határozza meg, valamint az időbeli változást kifejező alapráta adott, így a valószínűségi rendszerek kezeléséhez szükséges $[0,1]$ tartományon belül maradás csak a kapcsolatok mennyiségi korlátozásával lenne biztosítható.

Események és trendek időperiódusokra bontott horizonton való alakulásának a vizsgálatára dolgozott ki kölcsönhatás elemzésen alapuló eljárást Helmer [1972]. A módszer az események közötti kapcsolatokra alkalmazza a feltételes valószínűségekkel szemben fennálló korlátokat, így az eljárásra érvényes az ezekre már megfogalmazott kritika. A modell továbbfejlesztésében (Helmer [1981]) az események közötti kapcsolatok a feltételes valószínűségek helyett a teljes hatások jelentkezéséhez szükséges idővel, illetve a hatékonyságukkal kerülnek kifejezésre. A módszer esemény alapú forgatókönyvek generálására való alkalmazása szempontjából a problémát az okozza, hogy kumulatív valószínűségekkel dolgozik, így magában hordozza mindazt a problémát, amelyet evvel kapcsolatosan megfogalmaztunk.

4.1.6 Összegzés

Az eljárások kritikai elemzésének eredményeképpen összegezve elmondhatjuk, hogy a forgatókönyvek generálásához a korlátok miatt nem célszerű olyan módszert alkalmazni, amely az elemek közötti kapcsolatokat feltételes valószínűségekkel jeleníti meg. Azoknál az eljárásoknál, amelyek kumulatív valószínűségekkel dolgoznak a becslőknek figyelembe kell venniük a megelőző periódusokban való bekövetkezés esélyét, illetve annak eldöntése jelenthet problémát, hogy melyik periódusban feltételezzük az esemény bekövetkezését. A hatásfaktorokat skálaértékekkel meghatározó eljárásokban szintén megjelennek a korlátok a kapcsolatokat illetően. A vizsgált módszerek közül két technika emelhető ki, amelyek továbbfejlesztve alkalmasak lehetnek arra, hogy megfeleljenek a felsorolt technikai kritériumoknak. Az egyik ezek közül Turoff modellje, amelynek több időperiódusra való alkalmazhatóságát bemutattuk. A másik lehetőséget a KSIM modell esemény alapú rendszerekre történő továbbfejlesztése jelentheti. A kettő között a valószínűségeket módosító formula mellett az alapvető különbség abban jelentkezik, hogy a Turoff-modellben a kezdeti valószínűségek már tartalmazzák az események közötti kölcsönhatások eredményeit, míg a KSIM-ben a változók kezdeti értékei mentesek azoktól. Az utóbbi alkalmazása mellett ebből két érv fakad:

- Több perióduson keresztül nehezzé válhat a valószínűségek kölcsönhatások figyelembevételével történő becslése, hiszen a hatások nem csak az események, hanem a periódusok viszonylatában is jelentkeznek.
- Amennyiben a kezdeti valószínűségek meghatározása során figyelembe kell venni az összes kölcsönhatást, a becslést végzőnek ismernie kell valamennyi vizsgált esemény valószínűségét.

A második pont a gyakorlati alkalmazásban azt jelenti, hogy a KSIM-re alapuló eljárás alkalmazása esetén a kezdeti valószínűségek becslése elkülönülten végezhető, azaz az egyes események, vagy eseményhalmazok valószínűségét külön-külön, egymástól függetlenül végezhetik az egyes területek szakértői. A Turoff-modellnél ezzel ellentétben a szakértőnek valamennyi esemény valószínűségét meg kell becsülnie, és figyelembe kell vennie egymásban. A forgatókönyveken keresztül vizsgált területek interdiszciplinaritásából fakadóan ugyanakkor nehezen képzelhető el, hogy egy adott szakértő valamennyi, az események által leképzett területen a megfelelő jártassággal rendelkezzen. Célszerű ezért, a szcenárió változatok generálására a KSIM alapokra

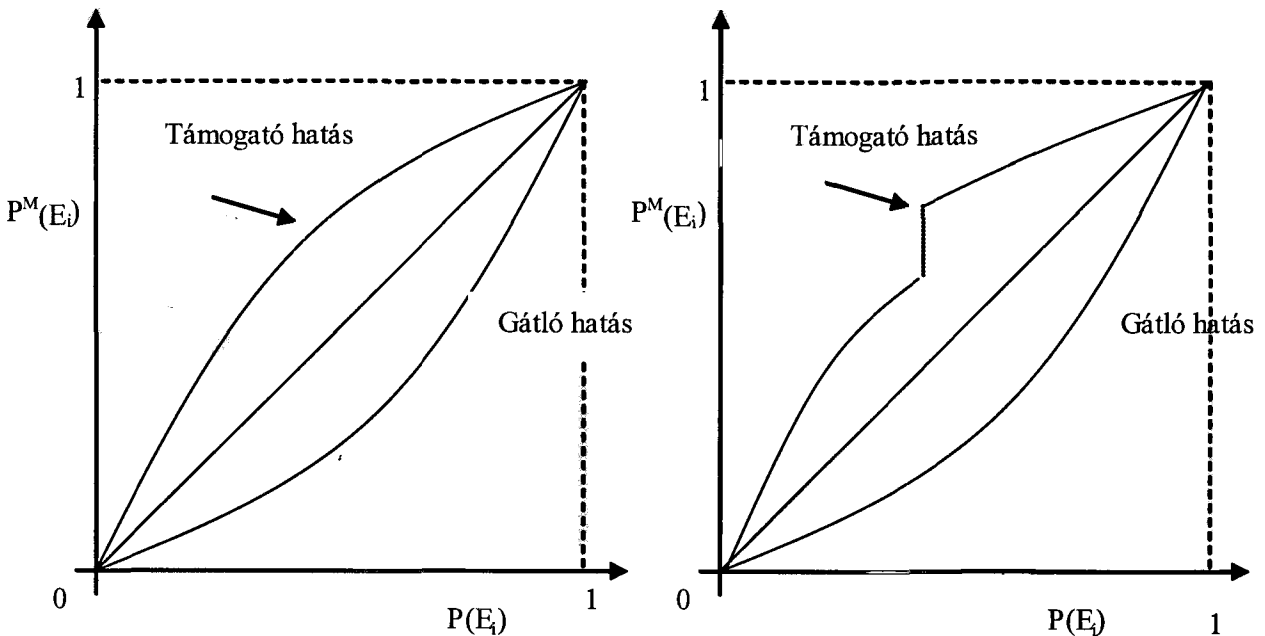
fejlesztett eljárást alkalmazni. A továbbiakban ennek a technikának a részletes ismertetésével foglalkozunk.

4.2 A valószínűségek módosítására kidolgozott technika ismertetése

A forgatókönyvek generálására eljárásokkal szemben fennálló kritériumok egy része a 2.2 pontban tárgyalt általános feltételeiből, különös tekintettel a kapcsolatok minőségi korlátozásának a tilalmára, más részük pedig a rendszer eseményekkel, azok valószínűségeivel és a valószínűségek kapcsolataival történő leírásából fakad. A következőkben azokat a valószínűségeket módosító formulára vonatkozó technikai feltételeket azonosítjuk, amelyek az említett kritériumokból fakadnak, és amiket a fejlesztésnél figyelembe kell venni:

- A. A megjelenített rendszer kezdetben minden egyes időperiódusra vonatkozóan az események kiinduló, azaz a többi esemény – beleértve a saját korábbi állapotát – befolyásától mentes valószínűségét tartalmazza. Ezeknek a valószínűségeknek kell módosításra kerülniük a kapcsolatok és a többi esemény valószínűségi állapotai, valamint az azokban időközben végbemenő változások figyelembevételével.
- B. A valószínűségeket módosító formulának biztosítania kell, hogy ha egy eseményt támogató hatás ér, módosított valószínűsége legyen nagyobb a hatás előtti állapotnál, míg gátló hatás esetén a módosított valószínűségnek az eredetinel kisebbnek kell lennie. A zero kezdeti valószínűségű esemény módosított valószínűségének bármilyen hatás esetén zérónak kell maradnia, a biztos bekövetkezésű esemény módosított valószínűségének bármilyen hatás esetén egynek kell maradnia (4.2-1. ábra).

4.2-1. ábra: A valószínűségek alakulása a kezdeti értékek függvényében



A $P(E_i)$ az i -edik esemény valószínűségét mutatja mielőtt a befolyásoló hatás éri, $P^M(E_i)$ pedig a hatás utáni, módosított valószínűségét. Támogató hatás esetén a módosított valószínűség a $[0,1]$ intervallumok által meghatározott négyzet átlója feletti, gátló hatás esetén az átló alatti részébe kell eszen. Amennyiben az eseményt nem éri hatás, a másik rendszerelem figyelembevétele alapján megállapított valószínűségének a kezdeti értékkel kell megegyeznie.

A valószínűségek módosulására vonatkozó megkötés önmagában nem határozza meg a módosított valószínűségek pontos helyét, illetve egymáshoz való viszonyait a $[0,1]$ intervallumok által meghatározott négyzet átlója feletti, illetve alatti részében. A rendszer állapota időbeli alakulásának realiztikus leképezése érdekében ugyanakkor célszerű a további megkötéseket tenni:

- Amennyiben az eseményt érő hatás nagysága állandó mind támogató, mind gátló esetben, magasabb kezdeti valószínűséghez magasabb módosított valószínűség tartozik. Ellenkező esetben ugyanis, ha például az esemény bekövetkezésének valószínűsége 0.2, és ez adott támogató hatás esetén 0.8-re gátló hatás esetén 0.1-re módosul, nem realiztikus azt feltételezni, hogy ha ugyanennek az eseménynek a valószínűsége 0.4, ugyanaz a támogató hatás csak 0.7-re, illetve ugyanaz a gátló hatás 0.05-ra módosítja a bekövetkezés esélyét.
- Amennyiben az eseményt érő hatás nagysága állandó, a módosított valószínűség a módosítás előtti érték folytonos függvénye. Ellenkező esetben, ha a függvényben szakadás lenne (ábra jobboldali része), az egy adott kezdeti valószínűségi érték „privilegizált” voltát jelentené a többi állapothoz képest. Másképpen fogalmazva bizonyos bekövetkezési esély esetén az esemény sokkal érzékenyebben reagálna ugyanarra a hatásra, mint az attól végtelenül kis mértékben különböző állapotában.

A realitás szempontjából problémát jelenthet az a megkötés, hogy a biztosan be nem következő, illetve biztosan bekövetkező események valószínűsége nem módosul semmilyen hatás alapján. Erre, a valamennyi kölcsönhatás technikában szereplő feltételre elsősorban a modellezhetőség érdekében van szükség. A probléma mindazonáltal feloldható úgy, hogy a nulla és egy valószínűségű eseményeket egészen addig nem szerepeltetjük a rendszerben, amíg egy tényező hatására valószínűségük a biztostól eltérő állapotot nem vesz fel. A másik megoldást az, hogy ezeknek az eseményeknek a valószínűségi értékeit önkényesen, azaz nem a módosító formulából fakadóan változtatjuk, ha olyan hatás éri őket, amelyek alapján elvesztjük a bizonyosságot bekövetkezésük, vagy be nem következésük tekintetében.

- C. Az eljárásnak biztosítania kell, hogy a befolyásoló hatás miatt módosuló valószínűségi értékkel szemben az előző pontban megfogalmazott kritériumokon túlmenően ne álljanak fenn korlátok. Ez a kitétel azt jelenti, hogy a hatás következtében létrejött módosulás a valószínűségi tartományon belül nem korlátozható. Így egyrészt a hatás megváltozásának eredményeképpen a módosított valószínűség a $[0,1]$ intervallumon belül bármelyik értéket felveheti, másrészt a módosított értéket a kezdeti valószínűség függvényében leíró görbe meredekségének csak azok a kitételek szabhatnak korlátot, amelyek a hatás támogató vagy gátló jellegét, valamint az értékek valószínűségi tartományon belül tartását fogalmazzák meg.
- D. A módosító formulának biztosítania kell a valószínűségek bármely periódusban történő önkényes megváltoztatásából eredő hatások érvényre juttatását a későbbi időszakokra. Erre a feltételre egyrészt a rendszerleírásban nem szereplő külső tényezők figyelembevétele, másrészt a *B* pontban említett események kezelése érdekében van szükség. Ezenfelül, az eseményláncokat tartalmazó scenáriókban az egyes események bekövetkezésének hatásait kell megjeleníteni, így a bekövetkezettnek tekintett események valószínűsége módosításra szorul, ha az nem éri el egyébként a 100%-ot.
- E. A hatást érvényre juttató formulában elkülönítve kell megjeleníteni a hatást kiváltó tényező állapotát, vagyis az azt leíró esemény valószínűségét, és a befolyásoló erőt kifejező hatásfaktort. A befolyásoló esemény valószínűségének értéke csak az értelmezési tartományból adódóan lehet korlátos, míg a hatásfaktor értéke semmilyen értelemben nem korlátozható. Erre a kikötésre a feltételes valószínűségekkel és a skálaértékekkel kapcsolatban, az előző fejezetben megfogalmazott kritika alapján van szükség.
- F. A módosító formulának biztosítania kell, hogy a hatásfaktorok bármely periódusban történő önkényes megváltoztatása érvényre jusson a későbbi időszakok módosított valószínűségeiben. Az önkényes változtatás a valószínűségekhez hasonlóan megjelenítheti a rendszert ért külső hatásokat, de éppúgy lehetőséget ad az elemzés során a rendszer átstrukturálására.

A fenti feltételekből kiindulva a szerző kidolgozta a következő, a valószínűségeket a kölcsönhatások figyelembevételével módosító formulát és az arra épülő eljárást:

$$P_t^M(E_i) = P_i(E_i)^{\Pi_i} \quad (4-28.)$$

és,

$$\Pi_i = \frac{1 + 0.5 \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^{t-1} (|a_{ij}^{tk}| - a_{ij}^{tk}) P_k^M(E_j)}{1 + 0.5 \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^{t-1} (|a_{ij}^{tk}| + a_{ij}^{tk}) P_k^M(E_j)} \quad (4-29.)$$

ahol:

$P_i(E_i)$, az i -edik, $i=1, \dots, N$ esemény kiinduló valószínűségét jelenti a t -edik $t=1, \dots, T$ periódusban,

$P_t^M(E_i)$, az i -edik esemény, a t -ediket megelőző időszakok valószínűségeinek és kölcsönhatásainak figyelembevételével módosított valószínűségét mutatja a t -edik periódusban,

$P_k^M(E_j)$, az i -edik esemény t -edik időszakbeli valószínűségére ható események, a kölcsönhatások figyelembevételével módosított valószínűségét jelenti a k -edik, $k=2, \dots, T-1$ és $k < t$, periódusokban, valamint $P_1^M(E_j) = P_1(E_j)$, azaz az első periódusban a módosított értékek a kiinduló valószínűségekkel egyenlők.

a_{ij}^{tk} , a j -edik $j=1, \dots, N$ esemény i -edik eseményre gyakorolt hatásának erejét kifejező $[-\infty, \infty]$ tartományon értelmezett faktor és $a < 0$, ha a hatás gátló, $a > 0$ ha a hatás támogató, valamint $a=0$ ha a tényező nem hat a másikra. A befolyásoló erő nagyságát a faktor abszolút értéke jeleníti meg, vagyis gátló hatás esetén a kisebb negatív érték jelenti a nagyobb erőt. A faktort periódusok viszonylatában értelmezzük, azaz egy tényező nem feltétlenül hat ugyanolyan erősen a vizsgált időszakhoz időben közelebb és távolabb. Ha például egy esemény bekövetkezik, az egyaránt hatással lehet egy másik esemény valószínűségére a közvetlenül következő és egy későbbi periódusban, viszont könnyen elképzelhető, hogy a hatás erőssége nem lesz ugyanaz. A felső indexek a periódusok viszonylatát jelzik, azaz a faktor a j -edik esemény k -időszakbeli állapotából eredő, az i -edik esemény t -edik időszakbeli állapotára gyakorolt hatás erejét mutatja.

A módosító formulából látható, hogy az eljárás kielégíti az A pontban megfogalmazott követelményt, ugyanakkor nem számolunk az események kölcsönhatásaival ugyanazon a perióduson belül. Ez önmagában nem jelent korlátot, hiszen t itt mindössze a periódusok sorszámát jelöli, és semmiféle megkötés nincs az egyes időszakok hosszát illetően, így arra nézve sem, hogy a periódusoknak egyenlő hosszúnak kell lenniük. Gyakorlatilag tehát az egyes periódusok bármilyen rövid időszakokat jelölhetnek, megválasztásuknál a feltételt a leggyorsabban megnyilvánuló hatás érvényesülésénél rövidebb időtartam alkalmazása jelenti. Az eljárás során az első periódus valószínűségei nem változnak, ami logikus, hiszen a kölcsönhatások eredményének realizálódására nincs idő. Az első periódus tehát egyfajta kiinduló időszak, hosszát illetve a teljes vizsgálati horizont kezdetét ennek figyelembevételével kell meghatározni. A második periódus módosított valószínűségi értékeinél az első időszak viszonyában fennálló kölcsönhatásokat vesszük figyelembe. A harmadik időszaknál a módosítás alapját a megelőző periódusokban beállt állapotok képezik, így az első időszak valószínűségei és a második időszak módosított valószínűségei. Az egyes időszakok kiinduló valószínűségei az előzőekhez hasonlóan, mindig az azt közvetlenül megelőző periódusig beállt állapotok alapján kerülnek módosításra.

Az eljárás módosító formulából eredő sajátos tulajdonsága ugyanakkor, hogy bármilyen mértékű hatás éri a befolyásolt eseményt, annak valószínűsége nem éri el a 0 és az 1 értékeket, hanem csak közelíti azokat. A hatás nagyságának a végtelenbe tartó növekedésével a valószínűség végtelenül kis mértékben fog eltérni a biztos be nem következés illetve a biztos bekövetkezés állapotától.

A következőkben a módosított valószínűség a hatásfaktorok, a befolyásoló események valószínűsége és a kezdeti valószínűség függvényében való viselkedésének elemzése alapján vizsgáljuk, hogy a megadott formulára épülő eljárás mennyiben elégíti ki a vele szemben támasztott követelményeket. Ezután bemutatásra kerül a hatásfaktorok meghatározására javasolt eljárás, amely feloldja a skálaértékek alkalmazásából fakadó önkényességet. Külön pontban szentelünk figyelmet az eljárás hiányosságainak, és próbálunk megoldást szolgáltatni azok kezelésére.

4.2.1 *A módosított érték alakulása a kezdeti valószínűség függvényében*

A (4-28.) és (4-29.) pontokban definiált formula alapján

$$P_t^M(E_i) = 0, \text{ ha } P_i(E_i) = 0$$

és

$$P_t^M(E_i) = 1, \text{ ha } P_i(E_i) = 1$$

A módosító formula szerkezetéből ezen felül könnyen belátható, hogy a módosított érték a kezdeti valószínűség növekvő függvénye, és konkáv, ha a befolyásoló hatás támogató, illetve konvex, ha hatás gátló. Az állítás mindazonáltal analitikus eszköztárral is egyszerűen bizonyítható:

Az

$$f(P_i(E_i)) = P_i(E_i)^{\Pi_i} \quad (4-30.)$$

függvény folytonos és

$$f'(P_i(E_i)) = \Pi_i P_i(E_i)^{\Pi_i-1} > 0 \quad (4-31.)$$

ha $0 < P_i(E_i) < 1$

hiszen (4-29.)-ből $\Pi_i > 0$, így a függvény monoton nő a $(0,1)$ értelmezési tartományon.

Továbbá

$$f''(P_i(E_i)) = (\Pi_i^2 - \Pi_i) P_i(E_i)^{\Pi_i-2} \quad (4-32.)$$

és szintén (4-29.) alapján

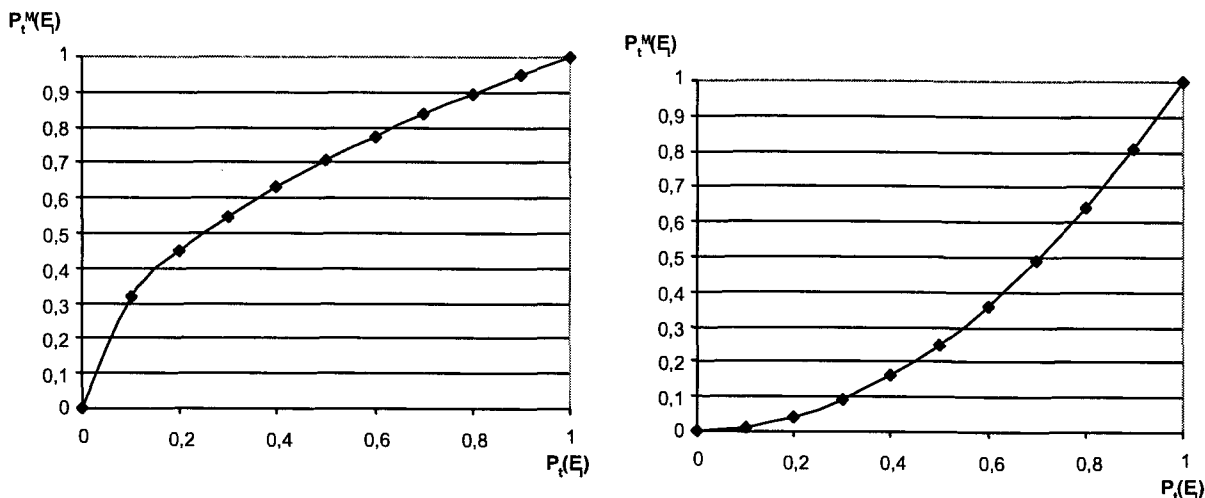
$\Pi_i > 1$, ha a hatás gátló,

$\Pi_i < 1$, ha a hatás támogató, valamint

$\Pi_i = 1$, ha az eseményt nem éri hatás.

Ezért a $(0,1)$ intervallumon az $f''(P_i(E_i)) < 0$, vagyis a függvény konkáv támogató hatás, illetve $f''(P_i(E_i)) > 0$, vagyis a függvény konvex gátló hatás esetén, és $f''(P_i(E_i)) = 0$ azaz a függvény egy egyenes, ha az eseményt nem éri hatás (4.2-2. ábra).

4.2-2. ábra: A módosított érték alakulása a formula alapján, a kezdeti valószínűség függvényében



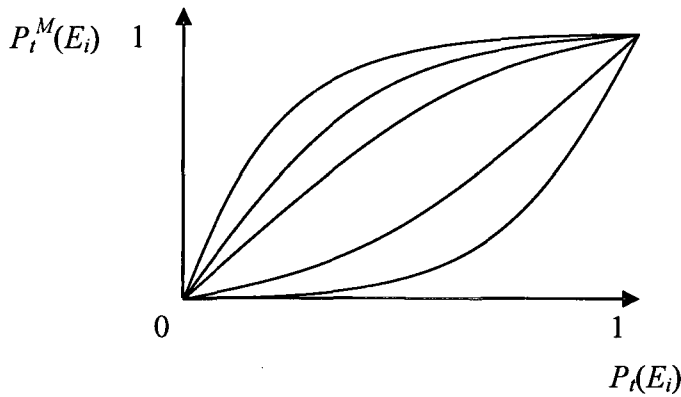
A bal oldali diagram a módosított valószínűség alakulását mutatja a kezdeti érték függvényében, abban az esetben, ha csak egy befolyásoló tényezővel számolunk, amely egyetlen t -t megelőző periódusban fejt ki hatását és valószínűsége $P_k(E_j) = 0.1$, míg a hatásfaktor erőssége $a_{ij}^{tk} = 10$. A jobb oldali diagram által ábrázolt esetben a különbség a hatás irányában van, itt $a_{ij}^{tk} = -10$.

A fentiek alapján elmondhatjuk, hogy a módosító függvény tulajdonságaiból adódóan, az eljárás megfelel a B pontban megfogalmazott követelményeknek.

A C pontnak történő megfelelést a $[0,1]$ helyett a módosított valószínűség $(0,1)$ tartományára vonatkoztatva vizsgáljuk, mert láthattuk, hogy a módosított értékek nem érik el a $p=0$, vagy $p=1$ értéket, hacsak nem a kezdeti valószínűségek is már ezeket az értékeket vették fel. Az ebből fakadó kérdéseket a korlátokkal foglalkozó alfejezetben tárgyaljuk. A követelményeknek való megfelelést itt egyrészt az eljárás azon tulajdonsága biztosítja, hogy támogató hatás esetén a hatás növekedésével egyre alacsonyabb, gátló hatás esetében pedig egyre magasabb lesz az a kezdeti valószínűségi érték, amelynél a legnagyobb módosulás megy végbe. Másképpen fogalmazva, ha egy támogató hatás növekszik, egyre alacsonyabb lesz az a kezdeti valószínűségi érték, amelyben a legnagyobb módosulás megy végbe. Gátló hatás esetén az érintett kezdeti érték egyre magasabb lesz. Ha ez nem így lenne, és létezne egy $P_t^*(E_i)$ valószínűség, amelynél a hatás nagyságától függetlenül a módosítás mértéke a legnagyobb, támogató hatásnál az összes $P_t(E_i) < P_t^*(E_i)$ esetében illetve gátló hatásnál az összes $P_t(E_i) > P_t^*(E_i)$ esetében korlátozott lenne az a módosított valószínűségi érték, amely a hatás következtében beállna. A megfelelést másrészt az biztosítja, hogy a befolyásoló hatás növekedésével a kezdeti valószínűség valamennyi értéke esetében növekedni fog a módosított és az eredeti érték közötti eltérés. E két tulajdonság együttesen azt eredményezi, hogy a hatás nagyságának növekedésével, egyre kisebb valószínűségű események is a biztos bekövetkezéshez közeli állapotba kerülnek támogató, illetve egyre nagyobb valószínűségű események is a biztos be nem következéshez közeli állapotba kerülnek gátló hatás esetén. Az eljárás ezzel biztosítja, hogy létezik olyan hatás, amely bármilyen kis kezdeti bekövetkezési eséllyel bíró

esemény valószínűségét az 1-hez végtelenül közeli, illetve bármilyen nagy bekövetkezési eséllyel bíró esemény valószínűségét a 0-hoz végtelenül közeli értékre módosítja.

4.2-3. ábra: A Módosított érték alakulása, ha a hatás növekszik



A befolyásoló hatás növekedésével a módosított valószínűséget a kezdeti érték függvényében leíró görbék egyre „hasasabbak” lesznek. Ha egy támogató hatás növekszik, az események valószínűsége már kisebb kezdeti értékek esetén is változhat akkorát, hogy az a magas bekövetkezési esélyt jelentő tartományba kerüljön. Ha pedig a gátló hatás növekszik, magas kezdeti valószínűségű események kerülhetnek abba a tartományba, ahol a be nem következés esélye magas.

A módosító formulának az imént leírt tulajdonsága analitikus eszközökkel a következőképp igazolható:

Az $f(P_t(E_i))$ függvény tulajdonságaiból adódóan a módosított és a kezdeti érték közötti különbséget leíró

$$^{-}z(P_t(E_i)) = P_t(E_i) - P_t^M(E_i) = P_t(E_i) - P_t(E_i)^{\prod_i} \tag{4-33.}$$

ahol $\prod_i > 1$ és

$$^{+}z(P_t(E_i)) = P_t^M(E_i) - P_t(E_i) = P_t(E_i)^{\prod_i} - P_t(E_i) \tag{4-34.}$$

ahol $\prod_i < 1$

függvények a $[0,1]$ tartományon folytonosak, és konkávok valamint $^{-}z(P_t(E_i)) = ^{+}z(P_t(E_i)) = 0$ ha $P_t(E_i) = 0$, illetve ha $P_t(E_i) = 1$.

Ebből következően:

${}^{-}z(P_i(E_i)) \Rightarrow \max$, ha ${}^{-}z'(P_i(E_i)) = 1 - \Pi_i P_i(E_i)^{\Pi_i-1} = 0$ amelyből

$$P_{i(Max)}(E_i) = \left(\frac{1}{\Pi_i} \right)^{\frac{1}{\Pi_i-1}}$$

ahol $P_{i(Max)}$ azt a kezdeti valószínűségi értéket jelenti, amelynél a módosítás a legnagyobb változással jár. Ennek az értéknek az alakulását vizsgálva Π_i függvényében látható, hogy:

$$g(\Pi_i) = \left(\frac{1}{\Pi_i} \right)^{\frac{1}{\Pi_i-1}}$$

(4-35.)

a $\Pi_i > 1$ tartományon folytonos és

$$g'(\Pi_i) = -\Pi_i^{-2} \left(\frac{1}{\Pi_i} \right)^{\frac{1}{\Pi_i-1}} \ln \frac{1}{\Pi_i} > 0$$

(4-36.)

mivel a szorzat első és harmadik tagja negatív, valamint a második tag pozitív valamennyi $\Pi_i > 1$ esetén. Gátló hatás esetén tehát az annak nagyságát kifejező Π_i növekedésével egyre magasabb lesz az a kezdeti valószínűség, amelynél a módosulás a legnagyobb.

Támogató hatás esetén az előzőhöz hasonlóan:

${}^{+}z(P_i(E_i)) \Rightarrow \max$, ha ${}^{+}z'(P_i(E_i)) = \Pi_i P_i(E_i)^{\Pi_i-1} - 1 = 0$, így

$$P_i^{Max}(E_i) = \left(\frac{1}{\Pi_i} \right)^{\frac{1}{\Pi_i-1}}$$

egyben,

$$g(\Pi_i) = \left(\frac{1}{\Pi_i} \right)^{\frac{1}{\Pi_i-1}}$$

(4-37.)

a $0 < \Pi_i < 1$ tartományon folytonos és

$$g'(\Pi_i) = -\Pi_i^{-2} \left(\frac{1}{\Pi_i} \right)^{\frac{1}{\Pi_i-1}} \ln \frac{1}{\Pi_i} < 0$$

(4-38.)

mivel a szorzat első tagja negatív, míg a második és a harmadik tagok pozitívak valamennyi $0 < \Pi_i < 1$ esetre. Amennyiben tehát a hatás támogató, a nagyságának növekedésével egyre kisebb lesz az a kezdeti valószínűségi érték, ahol a módosítás a legnagyobb.

4.2.2 A módosított valószínűségi érték alakulása a befolyásoló tényező állapotának függvényében

A befolyásoló tényező állapotának jövőre vonatkoztatott változását, a speciális állapotát vagy állapotait leíró események valószínűségeinek változása jeleníti meg. A befolyásoló tényező állapotának változásából eredő hatásnál ezért azt vizsgáljuk, hogyan változik a befolyásolt esemény valószínűsége, ha azonos befolyásoló erő mellett a hatást gyakorló esemény valószínűsége növekszik. A változás megjelenítéséhez célszerű a kapcsolatot egyetlen esemény-párra és mindössze két időszakra vizsgálni tekintve, hogy azok mindig két-két időszak vonatkozásában jelennek meg. Ezenkívül, a támogató és a gátló hatások külön-külön összeadódnak, így nem változtatja meg a befolyásolt esemény valószínűségének viselkedését, ha egyszerre több támogató vagy gátló eseménnyel áll kölcsönhatásban.

Ha egy eseményt egy másik által *gátló hatás* ér egy adott időszak-pár vonatkozásában, a (4-28.)-ből, és (4-29.)-ből kiindulva a módosított valószínűség a következőképp alakul:

$$P_t^M(E_i) = P_t(E_i)^{1+0.5(a_{ij}^{tk} - a_{ij}^{tk})P_k(E_j)} \quad (4-39.)$$

ahol:

$a_{ij}^{tk} < 0$, az E_j esemény k -adik időszakbeli valószínűsége E_i t -időszakbeli valószínűségére gyakorolt hatásának a befolyásoló erejét jeleníti meg,

$P_k(E_j)$ az E_j esemény k -adik időszakbeli valószínűségét mutatja, amely már módosításra került, ha a k -t megelőző periódusok alapján érte valamilyen hatás.

Miután a vizsgálat során a befolyásoló erőt változatlanoknak tekintjük, (4-39.) egyszerűbben felírható a következőképp:

$$P_t^M(E_i) = P_t(E_i)^{1+ZP_k(E_j)} \quad (4-40.)$$

ahol $Z > 0$, $Z \in R$ és $Z = 0.5(|a_{ij}^{tk}| - a_{ij}^{tk}) = |a_{ij}^{tk}|$, így pontosan kifejezi a befolyásoló erő nagyságát.

A módosított valószínűség ekkor, a következőképp fejezhető ki a befolyásoló esemény bekövetkezési valószínűségének függvényében:

$$f(P_k(E_j)) = P_i(E_i)^{1+ZP_k(E_j)} \quad (4-41.)$$

ami folytonos a $[0,1]$ tartományon, és $P_k(E_j)=0$ esetén $P_i^M(E_i)=P_i(E_i)$ vagyis ha a hatást gyakorló esemény biztosan nem következik be, nem módosul a befolyásolt esemény valószínűsége. A másik oldalról $P_k(E_j)=1$ esetén $P_i^M(E_i) = P_i(E_i)^{1+Z}$, vagyis adott kezdeti valószínűség esetén módosulás maximális mértéke a befolyásoló erő nagyságától függ. Amennyiben a befolyásoló erő a végtelenhez tart, a módosított valószínűség értéke a nullához közelít. Számunkra azok az esetek a kérdésesek, amelyekben a befolyásolt eseményre nézve a hatás érvényesülése előtt nem mondhatjuk biztosan, hogy az bekövetkezik, sem azt, hogy nem következik be. A függvényt ezért a $0 < P_i(E_i) < 1$ paraméterrel vizsgálva megállapítható, hogy:

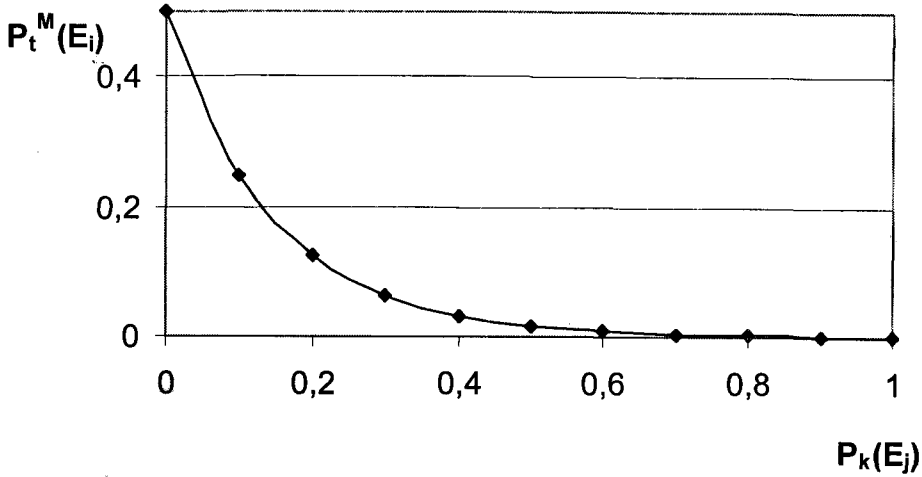
$$f'(P_k(E_j)) = [P_i(E_i)^{1+ZP_k(E_j)}] \cdot [\ln P_i(E_i)] \cdot [Z] < 0 \quad (4-42.)$$

valamennyi $P_k(E_j)$ -re, hiszen a szorzat első és harmadik tagja pozitív, míg a második tag negatív. A befolyásoló esemény valószínűségének növekedésével így a többi tényező változatlansága esetén, a módosított valószínűség monoton csökken. A további vizsgálat során megállapítható, hogy a módosított valószínűség a befolyásoló esemény valószínűségének csökkenő, konvex függvénye:

$$f''(P_k(E_j)) = [P_i(E_i)^{1+ZP_k(E_j)}] \cdot [\ln P_i(E_i)]^2 \cdot [Z]^2 > 0 \quad (4-43.)$$

mert a szorzat valamennyi tagja pozitív. Összegezve, ha egy eseményt gátló hatás ér, a befolyásoló esemény bekövetkezési esélyének növekedésével a módosított valószínűség a kezdeti értéktől az annál alacsonyabb $P_i(E_i)^{1+Z}$ felé tart. A hatás egyfajta „csökkenő hozadékkal” érvényesül, azaz a befolyásoló esemény valószínűségének növekedése a befolyásolt esemény bekövetkezési esélye mind kisebb mértékű csökkenését váltja ki.

4.2-4. ábra: A módosított valószínűség alakulása a gátló hatást kifejező esemény valószínűségének függvényében



Az ábra az esetet szemlélteti, amikor az E_i esemény kezdeti valószínűsége 0.5, és az E_j gátló hatást gyakorol rá, amelynél $a_{ij}^{tk} = -10$.

Támogató hatás esetén a vizsgálat az előzőekhez hasonlóan végezhető el. Egyetlen esemény-párra valamint két időszak vonatkozásában vizsgálva a módosított valószínűség a következőképp alakul:

$$P_t^M(E_i) = P_t(E_i)^{\frac{1}{1+0.5(|a_{ij}^{tk}|+a_{ij}^{tk})P_k(E_j)}} \quad (4-44.)$$

ahol $a_{ij}^{tk} > 0$.

A befolyásoló erő és a kezdeti valószínűség változatlanóságát feltételezve ez az alábbi egyszerűsített formában írható fel:

$$P_t^M(E_i) = P_t(E_i)^{\frac{1}{1+ZP_k(E_j)}} \quad (4-45.)$$

ahol $Z > 0$, $Z \in \mathbb{R}$ és $Z = 0.5(|a_{ij}^{tk}| + a_{ij}^{tk}) = a_{ij}^{tk}$, így pontosan kifejezi a befolyásoló erőt.

A módosított valószínűség alakulását a hatást gyakorló esemény valószínűségének

$$f(P_k(E_j)) = P_t(E_i)^{\frac{1}{1+ZP_k(E_j)}} \quad (4-46.)$$

függvényében vizsgálva látható, hogy ha a befolyásoló esemény valószínűsége nulla, a módosított valószínűség megegyezik a kezdeti értékkel. Amennyiben a hatást gyakorló esemény biztosan bekövetkezik, a módosított valószínűség értéke $P_t^M(E_i) = P_t(E_i)^{\frac{1}{1+Z}}$, ami egyben azt is jelenti, hogy a módosított valószínűség maximális értéke itt is a befolyásoló erő nagysága alapján határozódik meg. Amennyiben a befolyásoló erő nagysága a végtelenhez tart, a módosított valószínűség közelít az egyhez. Az $f(P_k(E_j))$ függvény a $[0,1]$ tartományon folytonos, és $0 < P_t(E_i) < 1$ feltételezésével:

$$f'(P_k(E_j)) = \left[P_t(E_i)^{\frac{1}{1+ZP_k(E_j)}} \right] \cdot [\ln P_t(E_i)] \cdot \left[\frac{-Z}{(1+ZP_k(E_j))^2} \right] > 0 \quad (4-47.)$$

bármilyen $P_k(E_j)$ értékre, mert a szorzat első tagja pozitív, a második és a harmadik tagok pedig negatívak. A befolyásoló esemény valószínűségének növekedésével tehát a módosított valószínűség monoton nő. A tulajdonságokat tovább vizsgálva azonban fény derül arra, hogy a gátló hatással ellentétben a változás üteme itt nem csökkenő az egész értelmezési tartományon, hiszen:

$$f''(P_k(E_j)) = \frac{\left[P_t(E_i)^{\frac{1}{1+ZP_k(E_j)}} \right] \cdot [\ln P_t(E_i)] \cdot Z^2 \cdot [\ln P_t(E_i) + 2(1+ZP_k(E_j))]}{[1+ZP_k(E_j)]^4} \quad (4-48.)$$

Ebből a megadott feltételek mellett egyértelműen látható, hogy:

az $f(P_k(E_j))$ függvény konvex, ha

$$\ln P_t(E_i) + 2(1+ZP_k(E_j)) < 0$$

illetve konkáv, ha

$$\ln P_t(E_i) + 2(1+ZP_k(E_j)) > 0$$

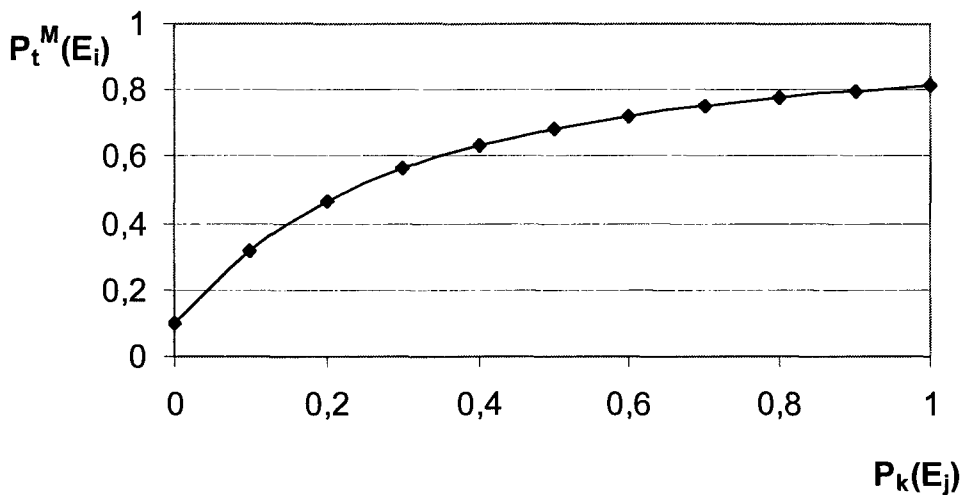
A konvexitás tehát egyaránt függ a befolyásoló erő, a hatást gyakorló valamint a befolyásolt esemény valószínűségeinek értékeitől. A módosítás ebből adódó

tulajdonságainak elemzéséhez célszerű megvizsgálni, milyen kezdeti valószínűségi értéknél lehetünk biztosak abban, hogy a függvény konkáv lesz. A fentiek alapján a konkáv forma feltétele:

$$P_t(E_i) > \frac{1}{e^{2[1+ZP_k(E_j)]}}$$

amelyből látható, hogy minél nagyobb a befolyásoló esemény bekövetkezési esélye, annál kisebb kezdeti értéknél lesz a módosított valószínűség annak konkáv függvénye. A maximális kezdeti érték, ahol a módosítás függvénye konvex a $P_k(E_j)=0$ és/vagy $Z=0$ értéknél állna elő, itt viszont nem változik a kezdeti valószínűség. Így biztosan állíthatjuk, hogy ha a kezdeti valószínűség magasabb, mint $e^{-2} \approx 0.135$, a befolyásoló esemény valószínűségének a növekedése csökkenő ütemű növekedést eredményez a befolyásolt esemény valószínűségében. Támogató hatás esetén tehát nem minden esetben mondhatjuk el, hogy a hatásban egyfajta „csökkenő hozadék” jut érvényre befolyásoló esemény valószínűségének növekedésével.

4.2-5. ábra: A módosított valószínűség alakulása a támogató hatást kifejtő esemény valószínűségének a függvényében



A grafikon azt az esetet ábrázolja, amikor $P_t(E_i)=0.1$ és $a_{ij}^{tk}=10$, így a függvény a $[0,1]$ intervallumon végig csökkenő ütemben növekszik.

Összegezve megállapítható, hogy a módosító formula biztosítja a hatás növekedését a befolyásoló esemény valószínűsége növekedésének eredményeként. Látható az is, hogy a befolyásoló esemény valószínűsége tekintetében az eljárás nem fogalmaz meg semmilyen korlátot, vagyis annak bármely $[0,1]$ intervallumon meghatározott értéke mellett a módosított valószínűség a $(0,1)$ tartományban marad. Ez egyben azt is jelenti, hogy a befolyásoló esemény valószínűsége bármelyik periódusban önkényesen változtatható, anélkül, hogy a módosított valószínűség kiesne a konzisztens tartományból. A változtatás eredményei ugyanakkor az (4-28.) alapján megjelennek a későbbi időszakok értékeiben, így az eljárás megfelel a D pontban megfogalmazott

feltételnek, illetve az E és F pontok befolyásoló eseménnyel kapcsolatos kritériumainak.

Eltérés mutatkozik azonban a gátló és támogató hatások között, mert a gátló hatások esetében a hatást gyakorló esemény valószínűségének növekedése egyre kisebb módosulást eredményez a befolyásolt esemény bekövetkezési esélyében, míg támogató hatásnál, ha a kezdeti valószínűség 0.135 érték alatt van, a növekedés eredményezhet növekvő mértékű módosulást is. Ez kétségtől indokolatlan aszimmetriát eredményez, hiszen a kezdeti valószínűség egy adott tartományában a befolyásoló esemény valószínűségének növekedése eltérő minőséget képvisel a kezdeti érték változtatásának ütemét tekintve.

4.2.3 A módosított érték alakulása a hatásfaktor függvényében

A hatásfaktor a befolyást gyakorló esemény hatóerejét jeleníti meg. A következőkben azt vizsgáljuk, hogyan alakul a módosított valószínűség, ha az események kezdeti valószínűségeinek adott értékei mellett változik a hatás erőssége. Az előzőekhez hasonlóan a valószínűségek módosítására használt eljárás e jellemzőjét is egyetlen esemény-pár kapcsolatában és két periódusra vonatkoztatva vizsgáljuk. Mint már utaltunk rá, Z pontosan kifejezi a befolyásoló erő nagyságát, így a módosított valószínűség alakulása vizsgálható ennek függvényében.

Gátló hatás esetén ekkor:

$$P_i^M(E_i) = f(Z) = P_i(E_i)^{1+ZP_k(E_j)} \quad (4-49.)$$

ahol $Z \in \mathbb{R}$, $Z > 0$ és $P_k(E_j) > 0$

Amely függvény folytonos a $(0, \infty]$ intervallumon és $P_i^M(E_i) \rightarrow 0$, ha $Z \rightarrow \infty$, illetve $P_i^M(E_i) \rightarrow P_i(E_i)$, ha $Z \rightarrow 0$, abban az esetben, ha a kezdeti valószínűség tekintetében a $0 < P_i(E_i) < 1$ kikötéssel élünk. A függvény tulajdonságait a kezdeti valószínűségre vonatkozó kitétel mellett vizsgálva látható, hogy:

$$f'(Z) = \left[P_i(E_i)^{1+ZP_k(E_j)} \right] \cdot [\ln P_i(E_i)] \cdot [P_k(E_j)] < 0 \quad (4-50.)$$

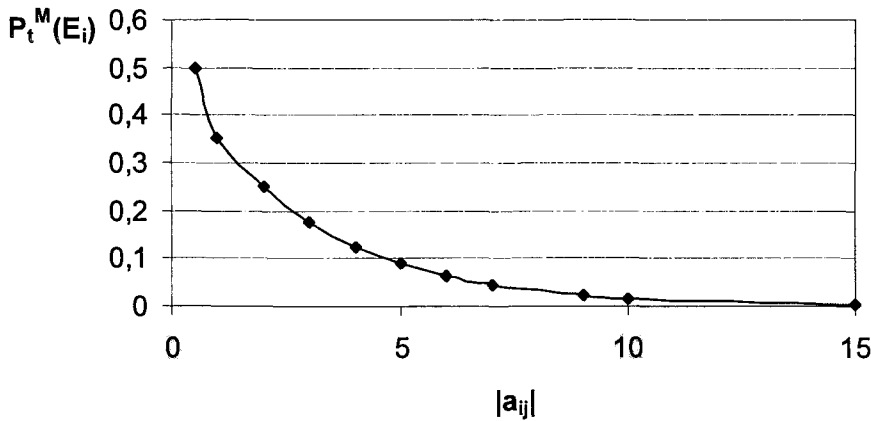
mivel a szorzat első és harmadik tagja pozitív, a második tag pedig negatív. Tekintettel arra, hogy az $f(Z)$ függvény folytonos, valamint az elsődleges parciális derivált a Z $(0, \infty]$ intervallumon felvett bármely értékénél negatív, megállapíthatjuk hogy a módosított valószínűség a befolyásoló erő növekedésének a függvényében monoton csökken. Másképpen fogalmazva, ha egy hatást gyakorló esemény adott valószínűségi állapotában mind nagyobb befolyásoló erővel bír, a hatás eredményeként a befolyásolt esemény valószínűsége a kezdeti értéktől távolodva egyre közelebb kerül a biztos be

nem következés értékéhez. A további vizsgálat során megállapítható, hogy a módosított valószínűség a befolyásoló erő csökkenő, konvex függvénye:

$$f''(Z) = \left[P_t(E_i)^{1+ZP_k(E_j)} \right] \cdot [\ln P_t(E_i)]^2 \cdot [P_k(E_j)]^2 > 0 \quad (4-51.)$$

mert a szorzat minden egyes tagja pozitív. A módosított valószínűség tehát gátló hatás esetén a befolyásoló erő konvex csökkenő függvénye, amely a nullához tart.

4.2-6. ábra: A módosított valószínűség alakulása a befolyásoló erő függvényében, gátló hatás esetén



Az ábrázolt esetben a kezdeti valószínűség 0.5, a befolyásoló esemény valószínűsége ugyancsak 0.5

Támogató hatás esetén, egy esemény-pár és két időszak vonatkozásában a módosított valószínűség a következőképp írható fel a befolyásoló erő függvényeként:

$$P_t^M(E_i) = f(Z) = P_t(E_i)^{\frac{1}{1+ZP_k(E_j)}} \quad (4-52.)$$

ahol $Z \in \mathbb{R}$, $Z > 0$ és $P_k(E_j) > 0$

A függvény folytonos a $(0, \infty]$ intervallumon és formájából adódóan $P_t^M(E_i) \rightarrow 1$, ha $Z \rightarrow \infty$ illetve $P_t^M(E_i) \rightarrow P_t(E_i)$, ha $Z \rightarrow 0$, amennyiben alkalmazzuk az itt is paraméterként szereplő kezdeti valószínűségekre vonatkozó $0 < P_t(E_i) < 1$ kikötést. A tulajdonságokat tovább vizsgálva láthatjuk, hogy a befolyásolt esemény nullánál magasabb kezdeti valószínűsége esetén:

$$f'(Z) = \left[P_t(E_i)^{\frac{1}{1+ZP_k(E_j)}} \right] \cdot [\ln P_t(E_i)] \cdot \left[\frac{-P_k(E_j)}{(1+ZP_k(E_j))^2} \right] > 0$$

mivel a szorzat első tagja pozitív, a második illetve harmadik tagok pedig negatívak. A megadott feltételek mellett így a függvény a $(0, \infty]$ intervallum bármely Z értékére vonatkozóan monoton növekvő, azaz a befolyásoló erő növekedésével a befolyásolt esemény valószínűsége a kezdeti értéktől a biztos bekövetkezés értéke felé tart. A befolyásoló esemény bekövetkezési esélye által gyakorolt hatás vizsgálatánál tett megállapításokhoz hasonlóan, itt is eltérés mutatkozik a függvény alakjában a valószínűségek és a befolyásoló erő értékeitől függően:

$$f''(Z) = \frac{\left[P_t(E_i)^{\frac{1}{1+ZP_k(E_j)}} \right] \cdot [\ln P_t(E_i)] \cdot P_k(E_j)^2 \cdot [\ln P_t(E_i) + 2(1 + ZP_k(E_j))]}{[1 + ZP_k(E_j)]^4}$$

amely alapján, az adott feltételek mellett a függvény konkáv, ha

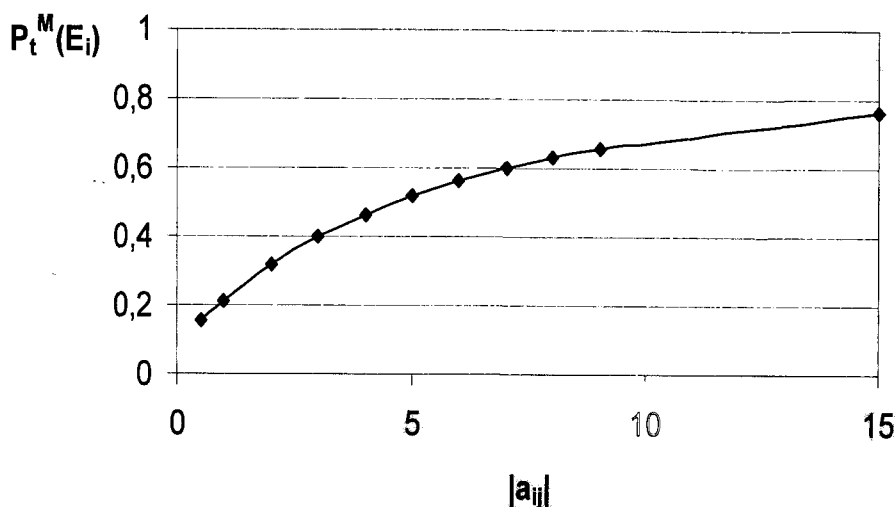
$$\ln P_t(E_i) + 2(1 + ZP_k(E_j)) > 0$$

illetve konvex, ha

$$\ln P_t(E_i) + 2(1 + ZP_k(E_j)) < 0$$

Az előző fejezetben leírtakhoz hasonlóan, biztosak lehetünk abban, hogy a módosított valószínűség a befolyásoló erő csökkenő függvénye, ha $P_t(E_i) \geq e^{-2} \approx 0.135$ valamint, minél magasabb a befolyásoló erő értéke, annál alacsonyabbnak kell lennie a kezdeti valószínűségnek ahhoz, hogy a módosított valószínűség a hatásfaktor függvényében növekvő ütemben nőjön.

4.2-7. ábra: A módosított valószínűség alakulása a befolyásoló erő függvényében, támogató hatás esetén



Az ábra módosított valószínűség alakulását mutatja a befolyásoló erő növekedésének a függvényében, ha a hatás támogató. A megjelenített esetben a kezdeti valószínűség 0.1, a befolyásoló esemény valószínűsége 0.5.

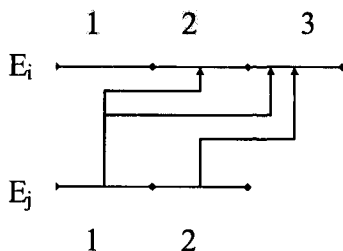
Összegezve megállapíthatjuk, a módosító formula biztosítja, hogy a befolyásolt esemény valószínűsége a hatás erősségének a növekedésével a kezdeti értéktől a biztos bekövetkezés felé tartson támogató, illetve a biztos be nem következés felé tartson gátló esetben. Láthatjuk, hogy Z így a_{ij}^{tk} értékeivel szemben nem állnak fenn korlátok, azok értelmezhetők a $[-\infty, \infty]$ tartományon, ezért az eljárás megfelel az E pontban, a hatásfaktorokkal szemben támasztott kritériumoknak. Evvel együtt lehetővé válik a hatás erősségét kifejező paraméter önkényes változtatása, amelynek eredményei a (4-28.)-ből adódóan érvényre jutnak a rákövetkező periódusokban, így az eljárás az F pontban megfogalmazott kitételnek is megfelel. Ugyanakkor a befolyásoló esemény valószínűségének hatásánál tett megállapításokhoz hasonlóan, itt is aszimmetria figyelhető meg abban a tekintetben, hogy létezhet olyan kezdeti valószínűség, ahol adott erősségű támogató hatás növekedésével a módosított valószínűség növekvő ütemben nő, míg ugyanakkora erősségű gátló hatás ugyanolyan mértékű növekedésével csökkenő ütemben csökken.

4.2.4 A hatásfaktorok meghatározásának módja és az ebből adódó jellemzők

Az események közötti kapcsolatokat a tárgyalt kölcsönhatás elemzési technikákhoz hasonlóan esemény-páronként határozzuk meg. A KSIM és a Gordon-Hayward technikával szemben megfogalmazott kritikák alapján felmerül az igény arra, hogy a skálaértékekkel történő definiálás helyett, a hatásfaktorok a valószínűségi értékek, a kölcsönhatások miatt bekövetkező módosulásaiból származtatva kerüljenek levezetésre. Emellett figyelembe kell vennünk azt is, hogy egy esemény

bekövetkezésének esélye nem csak a közvetlenül rákövetkező periódusra gyakorolhat hatást, hanem a későbbiekre is, így a befolyásoló erőt valamennyi periódus vonatkozásában meg kell határozni, ahol az események között kapcsolat áll fenn.

4.2-8. ábra: Hatások több perióduson keresztül



Az E_j esemény nem csak egy, hanem több, jelen esetben két perióduson keresztül is hathat közvetlenül. Az E_i valószínűsége a harmadik periódusban ennek megfelelően az E_j első periódusban történő illetve a második periódusban történő figyelembevétele alapján módosul. Ilyen lehet például, ha egy országban esély van arra, hogy a társadalmi rendet jellemző status-quo erőszakos úton, - polgárháborút eredményezve – változik. Ha egy időszakban, mondjuk adott évben, lehetséges a polgárháború kitörése, esetleg kitört, az megnövelheti az esélyét, annak hogy a rákövetkező években az emigránsok száma meghalad egy kritikus mértéket. Még ha az esemény le is zajlott az első évben, és biztosan nem következik be a másodikban, hatással lehet a harmadik év kivándorlásaira.

Amennyiben ismert a befolyásoló esemény bekövetkezési esélye, a befolyásolt esemény kezdeti valószínűsége, illetve az a valószínűségi érték, amelyet a hatás érvényre jutása következtében felvesz, a hatásfaktorok (4-28.)-ből és (4-29.)-ből származtathatók. A kölcsönhatás elemzés technikák egy, a tényleges helyzettől eltérő, feltételezett állapot valószínűségeit használják fel a faktorok meghatározásához, amikor arra kérdeznék rá, mekkora az esemény valószínűsége, ha a befolyásoló esemény bekövetkezik, illetve a valószínűségi állapottól függetlenül határozzák meg a befolyásoló erőt, ha skálaértéket használnak. Az itt kidolgozott módszer így minőségében nem nyújt kevesebbet, ha megengedjük, hogy a hatásfaktorok meghatározásánál befolyásolt esemény kezdeti valószínűsége és a befolyásoló esemény valószínűsége tetszőlegesen megválasztható hipotetikus érték legyen, hiszen ezzel az előzőekhez hasonlóan mindössze egy feltételezett állapotot hozunk létre. A befolyásoló erő meghatározásánál tehát a hatás következtében beálló módosulást, azaz a módosított valószínűségi értéket a tetszőlegesen megválasztott kezdeti érték illetve a befolyásoló esemény tetszőlegesen megválasztott valószínűsége alapján kell megbecsülni, és az így meghatározott faktor alkalmazható a tényleges állapot valószínűségi értékein alapuló módosításra.

Gátló hatás esetén ekkor:

$$a_{ij}^{tk} = \frac{1 - \log_{P_t(E_i)} P_t^{M*}(E_i)}{P_k(E_j)}$$

(4-55.)

ahol $P_t^{M*}(E_i)$ az E_i szakértők által megadott, t -edik időszakbeli valószínűsége, ha E_j a $P_k(E_j)$ valószínűséggel következik be a k -adik időszakban. A $P_t(E_i)$ és $P_k(E_j)$ értékei szabadon választhatók, így jelenthetik például a kiinduló valószínűségeket is. A hatás gátló jellege miatt $P_t^{M*}(E_i) < P_t(E_i)$ így $\log_{P_t(E_i)} P_t^{M*}(E_i) > 1$, ezért $a_{ij}^{tk} < 0$. A formula alkalmazása egyben a következő megkötésekkel jár:

$0 < P_k(E_j) \leq 1$ ami az alkalmazás során nem jelent megkötést, hiszen 0 valószínűségű esemény nem fejt ki hatást,

$0 < P_t(E_i) < 1$ ami szintén nem jelent korlátot az alkalmazás során, tekintve a kezdeti valószínűség 0 és 1 értékei esetén a módosított valószínűség nem jelent eltérést a kiinduló állapothoz képest

$0 < P_t^{M*}$ ami azt jelenti, hogy a befolyásoló esemény bármely valószínűségét alapul véve, formula által nem határozódik meg olyan erősségű hatás, amely a befolyásolt esemény biztos be nem következését eredményezi.

Nem kell foglalkoznunk a $P_t^{M*} = 1$ esettel, hiszen egy, $p=1$ -nél alacsonyabb kezdeti érték módosul egy annál alacsonyabb értékre.

Támogató hatás esetében a befolyásoló erő a következőképp számítható:

$$a_{ij}^{tk} = \frac{1 - \log_{P_t(E_i)} P_t^{M*}(E_i)}{P_k(E_j) \log_{P_t(E_i)} P_t^{M*}(E_i)} \quad (4-56.)$$

ahol $P_t^{M*}(E_i) > P_t(E_i)$ így $\log_{P_t(E_i)} P_t^{M*}(E_i) < 1$, ezért $a_{ij}^{tk} > 0$. Az előzőekben ismertetett feltételeken túlmenően élni kell a $P_t^{M*} < 1$ kikötéssel, ami azt is jelenti, hogy a befolyásoló esemény valószínűségének bármely értéke mellett a formula által nem határozódik meg olyan erősségű hatás, amely a befolyásolt esemény biztos bekövetkezését eredményezné. Itt viszont a $P_t^{M*}(E_i) \neq 0$ kikötés nem jelent gondot, hiszen a módosított valószínűség magasabb lesz egy $p=0$ -nál nagyobb kezdeti értéknél.

A hatásfaktorok tehát három érték, a hatást gyakorló esemény valószínűsége, a befolyásolt esemény kezdeti valószínűsége és a hatás következtében kialakult valószínűsége alapján határozódnak meg. A tárgyalta kölcsönhatás elemzés technikák a modellezés során egyetlen viszony alapján meghatározott hatásfaktorral dolgoznak. A gyakorlatban mindazonáltal könnyen elképzelhető az, hogy egy tényező más-más befolyásoló erővel bír, ha az őt megjelenítő esemény bekövetkezésének esélye alacsonyabb vagy magasabb. Esetünkben a hatásfaktorok folyamat közben történő változtatásának a lehetősége egyben azzal is jár, hogy egy esemény eltérő valószínűségi értékeihez különböző befolyásoló erőt társítsunk. Ezt megkönnyíti a faktort származtató formula, hiszen elegendő a befolyásoló esemény eltérő valószínűségeihez különböző módosított valószínűségi értékeket megfogalmazni. A hatásfaktor meghatározódásának jellemzőihez célszerű megvizsgálni, hogyan alakul a

faktor a befolyásoló esemény valószínűsége, illetve az általa kiváltott módosulás mértékének függvényében.

4.2.5 Vizsgálatok gátló hatásra

Gátló hatás esetén a befolyásoló esemény valószínűségétől függő jellemzőket vizsgálva látható, hogy az

$$a_{ij}^{tk} = f(P_k(E_j)) = \frac{1 - \log_{P_t(E_i)} P_t^{M*}(E_i)}{P_k(E_j)} \quad (4-57.)$$

$$P_k(E_j) > 0$$

$$0 < P_t^{M*}(E_i) < P_t(E_i) < 1$$

függvény folytonos a $(0,1]$ intervallumon és $a_{ij}^{tk} = 1 - \log_{P_t(E_i)} P_t^{M*}(E_i)$, ha $P_k(E_j) = 1$ illetve $a_{ij}^{tk} \rightarrow -\infty$, ha $P_k(E_j) \rightarrow 0$. A befolyásoló erő nagyságát kifejező faktor értéke tehát a teljes értelmezési tartományon negatív. Az elsőrendű parciális derivált:

$$f'(P_k(E_j)) = \frac{\log_{P_t(E_i)} P_t^{M*}(E_i) - 1}{[P_k(E_j)]^2} > 0 \quad (4-58.)$$

bármely $P_k(E_j) > 0$ értékre, így a megadott értelmezési tartományon a befolyásoló erő a ható esemény valószínűségének monoton növekvő függvénye. A másodrendű parciális derivált:

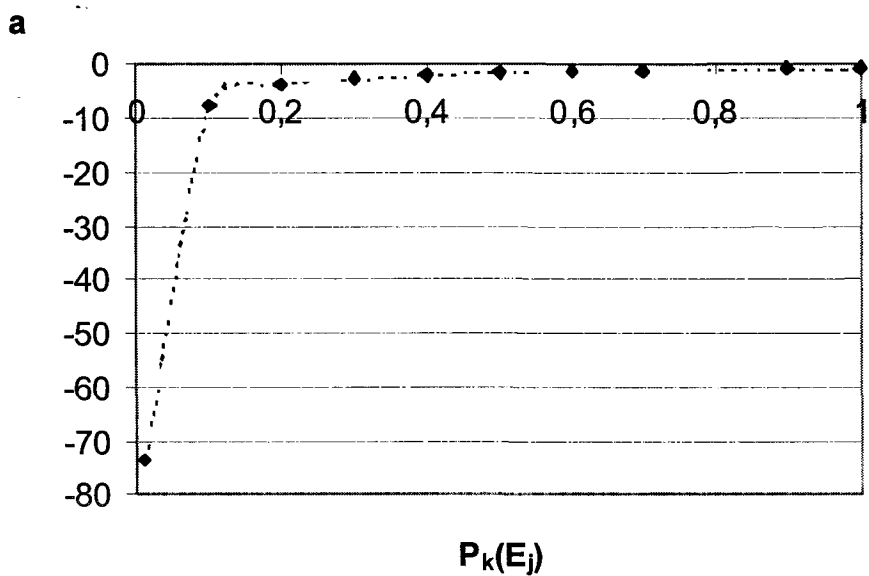
$$f''(P_k(E_j)) = \frac{2 \cdot [1 - \log_{P_t(E_i)} P_t^{M*}(E_i)]}{[P_k(E_j)]^3} < 0 \quad (4-59.)$$

bármely $P_k(E_j) > 0$ értékre, ezért a függvény az értelmezési tartományon végig konkáv. (4.2-9. ábra)

A hatásfaktor meghatározására használt formula tulajdonságaiból adódóan tehát, ha egy adott hatást egyre kisebb valószínűségű esemény vált ki, úgy a hatás erőssége növekvő ütemben nő, ami megfelel a gyakorlat által támasztott elvárásoknak, hiszen a kisebb valószínű események befolyásoló ereje nagyobb, ha a befolyásolt esemény adott kezdeti valószínűségének ugyanazt a módosulását váltják ki. Emellett nagyobb lesz a különbség a hatásfaktorban két kisebb valószínűségű, mint két nagyobb valószínűségű esemény között, azaz például egy 0.2 bekövetkezési eséllyel bíró esemény befolyásoló ereje nagyobb mértékben haladja meg egy 0.3-al rendelkezőt, mint egy 0.8 bekövetkezési eséllyel bíró egy 0.9-el rendelkezőt. Másképpen

fogalmazva a faktor érzékenyebb a valószínűség alacsonyabb tartományaiban, jobban „jutalmazza” ha egy meghatározott módosulást a bekövetkezésre alacsonyabb eséllyel bíró esemény vált ki.

4.2-9. ábra: A hatásfaktor alakulása a befolyásoló tényező valószínűségének függvényében, gátló hatás esetén



Ahogy a befolyásolt esemény valószínűségét meghatározott mértékben változtató esemény valószínűsége egyre kisebb, egyre nagyobb mértékben növekszik a befolyásoló erő. Az ábrán a befolyásolt esemény kezdeti valószínűsége 0.5, amely a hatás következtében 0,3-ra csökken le.

Érdeemes megvizsgálni emellett, hogyan változik a hatásfaktor értéke, ha a befolyásoló esemény valószínűségének változatlansága mellett a módosítás nagysága növekszik. Mindez kifejezhető úgy, hogy azonos kezdeti valószínűségi érték mellett egyre alacsonyabb módosított értékekkel számolunk. Ekkor az

$$a_{ij}^{tk} = f\big(P_t^{M^*}(E_i)\big) = \frac{1 - \log_{P_t(E_i)} P_t^{M^*}(E_i)}{P_k(E_j)}$$

(4-60.)

$$P_k(E_j) > 0$$

$$0 < P_t^{M^*}(E_i) < P_t(E_i) < 1$$

függvény folytonos a $(0, P_t(E_i))$ intervallumon, és $a_{ij}^{tk} \rightarrow -\infty$, ha $P_t^{M^*}(E_i) \rightarrow 0$, illetve $a_{ij}^{tk} \rightarrow 0$, ha $P_t^{M^*}(E_i) \rightarrow P_t(E_i)$. A $(0,1)$ intervallum helyett vizsgálhatunk szűkebb értelmezési tartományt, hiszen a módosított valószínűség nem éri el a kezdeti értéket.

Ebben az esetben, mint a formulából látható, a hatás erőssége zéró lenne. Az elsőrendű parciális derivált:

$$f'(P_t^{M^*}(E_i)) = \frac{-1}{[P_k(E_j)] \cdot [P_t^{M^*}(E_i)] \cdot [\ln P_t(E_i)]} > 0$$

(4-61.)

tekintve, hogy a tört nevezője negatív, így a formulából adódóan a módosított valószínűség csökkenése a hatásfaktor monoton csökkenésével, azaz a hatás erősségének növekedésével jár. A másodrendű parciális derivált:

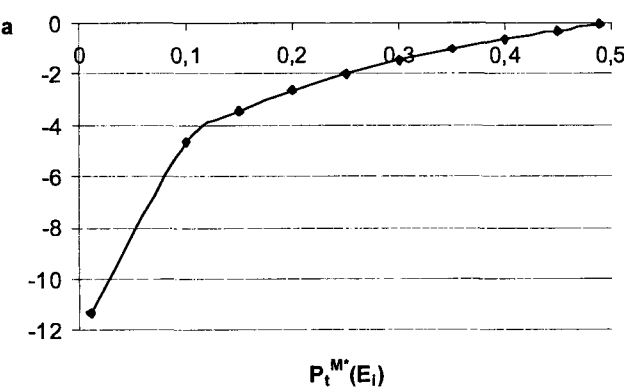
$$f''(P_t^{M^*}(E_i)) = \frac{1}{[P_k(E_j)] \cdot [\ln P_t(E_i)] \cdot [P_t^{M^*}(E_i)]^2} < 0$$

(4-62.)

mert a tört nevezője változatlanul negatív, így a hatásfaktort meghatározó függvény formája gátló hatás esetén konkáv (4.2-10. ábra).

Az előzőekhez hasonlóan a befolyásoló erő meghatározásának jellemzői alapján elmondhatjuk, hogy amennyiben a módosulás mértéke növekszik, úgy a hatásfaktor értéke növekvő ütemben csökken, azaz a befolyásoló erő ebben az ütemben nő. Ez egyben azt is jelenti, hogy a faktor az alacsonyabb valószínűségi tartományokban érzékenyebb, vagyis nagyobb a befolyásoló erők közötti különbség, ha például egy 0.5 valószínűségű esemény, egy másik esemény értékét 0.5-ről 0.2-re illetve 0.1-re csökkenti, mintha ugyanilyen valószínűségű esemény a 0.5 kezdeti értékkel bíró esemény értékét 0.4-re illetve 0.3-ra módosítaná. Ennek megfelelően az adott kezdeti valószínűségből kiindulva, az eljárás egyre jobban növekvő befolyásoló erővel „jutalmazza”, ha a módosított valószínűség mind közelebb kerül a biztos be nem következés értékéhez.

4.2-10. ábra: A hatásfaktor alakulása a módosítás mértékének függvényében, gátló hatás esetén



Az ábra a hatásfaktor alakulását mutatja a módosított valószínűség függvényében, ha kezdeti valószínűség 0.5, és a befolyásoló esemény bekövetkezésének valószínűsége 0.5.

4.2.6 Vizsgálatok támogató hatásra

Támogató hatás esetére a vizsgálatot az előzőekhez hasonlóan végezzük. A hatás erejét megjelenítő faktor értéke a befolyásoló esemény valószínűségének a függvényében:

$$a_{ij}^{tk} = f(P_k(E_j)) = \frac{1 - \log_{P_t(E_i)} P_t^{M^*}(E_i)}{P_k(E_j) \log_{P_t(E_i)} P_t^{M^*}(E_i)} \quad (4-63.)$$

$$P_k(E_j) > 0$$

$$0 < P_t(E_i) < P_t^{M^*}(E_i) < 1$$

A függvény folytonos a $(0,1]$ intervallumon, és $a_{ij}^{tk} = \frac{1 - \log_{P_t(E_i)} P_t^{M^*}(E_i)}{\log_{P_t(E_i)} P_t^{M^*}(E_i)}$ ha $P_k(E_j)=1$,

valamint $a_{ij}^{tk} \rightarrow \infty$ ha $P_k(E_j) \rightarrow 0$. Láttuk, hogy a faktor értéke a megadott értelmezési tartományon végig pozitív. Az elsőrendű parciális derivált:

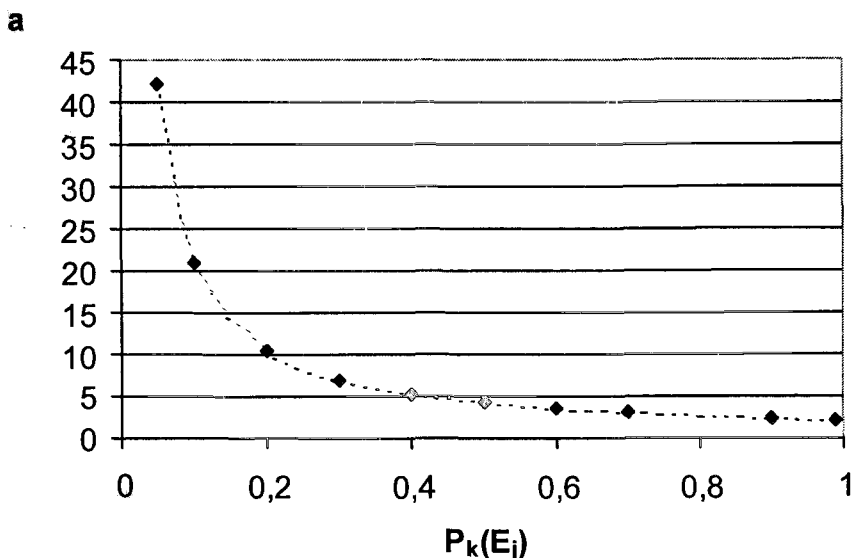
$$f'(P_k(E_j)) = \frac{\log_{P_t(E_i)} P_t^{M^*}(E_i) - 1}{[P_k(E_j)]^2 \cdot [\log_{P_t(E_i)} P_t^{M^*}(E_i)]} < 0 \quad (4-64.)$$

a befolyásoló esemény valószínűségének valamennyi értékére a meghatározott tartományon, mivel a tört számlálója negatív, míg a nevezője pozitív értéket ad. Mindez azt jelenti, hogy a hatásfaktor a befolyásoló esemény valószínűségének monoton csökkenő függvénye, azaz minél kisebb valószínűségű esemény vált ki egy adott nagyságú módosulást a kezdeti valószínűségben, annál nagyobb lesz a befolyásoló erő. A másodrendű parciális derivált:

$$f''(P_k(E_j)) = \frac{2 \cdot [1 - \log_{P_t(E_i)} P_t^{M^*}(E_i)]}{[P_k(E_j)]^3 \cdot [\log_{P_t(E_i)} P_t^{M^*}(E_i)]} > 0 \quad (4-65.)$$

mert a tört számlálója és nevezője egyaránt pozitív, a befolyásoló tényező bármely, az értelmezési tartományon felvett értékére. Így a hatásfaktor a befolyásoló esemény valószínűségének csökkenő, konvex függvénye.

4.2-11. ábra: A hatásfaktor változása a befolyásoló esemény valószínűségének függvényében, támogató hatás esetén



Az ábrán látható esetben a kezdeti valószínűség értéke 0.5, amely a hatás következtében 0.8-ra módosul.

A hatásfaktor meghatározásának jellemzői alapján az eljárás mind nagyobb értéket definiál a befolyásoló erőre, ahogy az adott módosulást előidéző esemény valószínűsége egyre kisebb. Így például egy meghatározott értékű valószínűségmódosulás esetén nagyobb a különbség a hatás erősségében, ha azt egy 0.2 valószínűségű esemény helyett egy 0.1 valószínűségű esemény idézné elő, mintha ugyanezt a módosulást egy 0.8 valószínűségű helyett egy 0.7 valószínűségű esemény idézné elő. Ezzel az eljárás megint az alacsonyabb valószínűségű események hatásait „jutalmazza”, egyre nagyobb mértékben növelve a hozzájuk rendelt hatásfaktorok értékét.

A módosítás mértékének a hatását a gátló hatáshoz hasonlóan a módosított valószínűségek alakulásával fejezzük ki, változatlan kezdeti érték mellett. Ennek megfelelően:

$$a_{ij}^{tk} = f(P_t^{M*}(E_i)) = \frac{1 - \log_{P_t(E_i)} P_t^{M*}(E_i)}{P_k(E_j) \log_{P_t(E_i)} P_t^{M*}(E_i)}$$

(4-66.)

$$P_k(E_j) > 0$$

$$0 < P_t(E_i) < P_t^{M*}(E_i) < 1$$

függvény folytonos a $(P_t(E_i), 1)$ intervallumon és $a_{ij}^{tk} \rightarrow 0$, ha $P_t^{M*}(E_i) \rightarrow P_t(E_i)$ és $a_{ij}^{tk} \rightarrow \infty$, ha $P_t^{M*}(E_i) \rightarrow 0$. Az értelmezési tartomány itt is szűkíthető, hiszen a módosított valószínűség támogató hatás esetén magasabb lesz a kezdeti értéknél. Az elsőrendű parciális derivált:

$$f'(P_t^{M*}(E_i)) = \frac{-1}{[P_k(E_j)] \cdot [P_t^{M*}(E_i)] \cdot [\ln P_t(E_i)] \cdot [\log_{P_t(E_i)} P_t^{M*}(E_i)]^2} > 0 \quad (4-67.)$$

mert a tört számlálója és nevezője egyaránt negatív. Amennyiben a módosítás mértékét mind nagyobbra becsüljük, a hatásfaktor növekedni fog. Másrészt viszont a másodrendű parciális derivált:

$$f''(P_t^{M*}(E_i)) = \left[\frac{-1}{P_k(E_j) \ln P_t(E_i)} \right] \cdot \left[\frac{-2 - (\log_{P_t(E_i)} P_t^{M*}(E_i)) \ln P_t(E_i)}{(P_t^{M*})^2 \cdot (\log_{P_t(E_i)} P_t^{M*}(E_i))^3 \ln P_t(E_i)} \right] \quad (4-68.)$$

amelyből látható, hogy a függvény akkor konvex, ha

$$-(\log_{P_t} P_t^{M*}(E_i)) \ln P_t(E_i) < 2$$

illetve konkáv, ha

$$-(\log_{P_t} P_t^{M*}(E_i)) \ln P_t(E_i) > 2$$

Tekintve, hogy a $\log_{P_t} P_t^{M*}(E_i) \rightarrow 0$, ha $P_t^{M*}(E_i) \rightarrow 1$, illetve $\log_{P_t} P_t^{M*}(E_i) \rightarrow 1$, ha $P_t^{M*}(E_i) \rightarrow P_t(E_i)$ biztosak lehetünk abban, hogy a függvény konvex, ha $P_t(E_i) > e^{-2} \approx 0.135$.

Mindebből az következik, hogy támogató hatás esetén nem mondhatjuk el, mint gátló esetben, hogy a valószínűségek bármilyen értéke mellett az eljárás növekvő mértékben emelkedő befolyásoló erővel jutalmazza azt, ha a kölcsönhatás során a módosított valószínűség egyre magasabb. Mindez minőségi különbséget jelent a hatásfaktorok támogató illetve gátló esetben történő meghatározása között, ami egyben a módszer egyik korlátját jelenti.

4.2.7 Vizsgálatok együttes hatásra

Az eddigiekben a hatásfaktorok meghatározását külön-külön vizsgáltuk támogató és gátló esetekre. Az alkalmazás során azonban egy eseményt gyakran egyszerre érnek különböző erősségű támogató és gátló hatások, így felmerül a kérdés, hogyan alakul azok eredője. Az eljárás alapjául szolgáló KSIM esetében a hatásfaktorok skálaértékek alapján határozódnak meg, így egy támogató hatás erejét kifejező faktor értéke az ugyanolyan erős gátló hatás faktorának az abszolút értékével egyenlő. Az ott tárgyalt (4-22.) és (4-24.) módosító formulák alapján tehát, ha egy eseményt vagy egy trendet egyszerre befolyásol egy-egy támogató és gátló tényező, és az ezek állapotát kifejező bekövetkezési esélyek vagy értékek egyenlők, valamint a hatások befolyásoló ereje is egyenlő, a befolyásolt esemény valószínűsége, illetve trend értéke a kezdeti állapotában marad. Esetünkben azonban a hatásfaktorok a meghatározásánál a befolyásolt esemény valószínűségének a módosulásából indulunk ki, amelyet minden egyes befolyásoló tényezővel kapcsolatban külön-külön állapítunk meg. Mindez felveti a szükségességét az arra vonatkozó vizsgálatnak, hogy az egymást kiegyenlítő hatások esetében valóban olyan hatásfaktorok határozódnak-e meg, amelyeket egy-egy támogató és gátló esemény azonos valószínűsége mellett alkalmazva, a befolyásolt esemény bekövetkezési esélye nem változik.

A problémát egyrészt annak az eldöntése jelenti, hogy a hatások eredményét a módosított valószínűség és a kezdeti érték közötti különbséggel, vagy az arányukkal fejezzük ki. Másrészt, nem található útmutatás arra nézve, hogy ha egy támogató hatás következtében a kezdeti valószínűség adott értékkel megnő, vagy felszorozódik, mekkora értékkel kellene csökkennie, vagy osztódnia, ha ugyanilyen erős gátló hatás éri, különös tekintettel arra, hogy a valószínűségi értékek mindössze a $[0,1]$ intervallumon értelmezhetők. A felvetés első részét szemlélítve, ha egy $p=0.5$ valószínűségű esemény bekövetkezési esélyét egy támogató hatás felviszi $p=1$ -re, és annak erősségét az új és eredeti érték közötti különbséggel ragadnánk meg, azt mondhatnánk, egy ugyanolyan erős gátló hatásnak $p=0$ -ra kell csökkentenie a kezdeti valószínűséget. Ha viszont módosulást az értékek arányával fejezzük ki, azt mondhatjuk, a támogató hatás megduplázza a bekövetkezés esélyét, így egy ugyanolyan erős gátló hatás a felére csökkentené, azaz $p=0.25$ -re módosítaná. Mivel a ható esemény valószínűsége és a befolyásolt esemény kezdeti valószínűsége ugyanaz a két esetben, eltérő faktorokat kapnánk a gátló hatásokra. A probléma másik részének érzékeléséhez tegyük fel, hogy egy esemény bekövetkezési valószínűsége $p=0.8$, és ezt egy gátló hatás $p=0.4$ -re csökkenti. Bármelyik módon is ragadjuk meg a hatás erősségét, támogató esetben a módosított érték nem vehet fel 1 feletti értéket, így sem a 0.4 -es növekedés, sem a 0.8 -as érték duplázódása nem képzelhető el, azaz nem fejezhető ki a hatás ugyanolyan mértékű eredményre az ellentétes irányban.

A kifejezésbeli kérdéseken túlmenően a módszertanra vetítve a problémát a következőképpen ragadhatjuk meg. Ha az egymást kiegyenlítő hatások eredményét a módosított valószínűség és a kezdeti érték közötti különbséggel fejeznénk ki, a befolyásoló események valószínűségének azonossága mellett, a hatások erősségének egyenlőnek kellene lennie, ha a támogató hatás annyival emeli a kezdeti

valószínűséget, mint amennyivel a gátló hatás csökkenti. A módosító formula tulajdonságaiból adódóan, ha egy eseményt egyszerre befolyásol egy támogató és egy gátló hatás, ahol a befolyásoló események valószínűsége és befolyásoló erejük is egyenlő, a kezdeti valószínűség nem változik. Ezzel szemben, ha a hatások külön-külön érvényesülnek, eltérő lesz a valószínűség felfelé és lefelé történő elmozdulásának a nagysága. Ebből következően, ha egy esemény valószínűsége egy támogató hatás miatt adott értékkel növekszik, valamint egy gátló hatás esetén a valószínűség ugyanekkora értékkel csökken, és ezeket a változásokat vesszük alapul a hatóerőket kifejező faktorok kiszámításához, valamint feltételezzük, hogy a befolyásoló események valószínűségei is egyenlők, eltérő lesz a hatásfaktorok abszolút értéke. Így a hatásokat egyszerre érvényesítve a befolyásolt esemény valószínűsége nem marad a kezdeti értéken. Mindez könnyen belátható a következők szerint.

Vizsgáljuk azt az esetet, amikor az E_i eseményt támogató hatás éri az E_j esemény által, illetve gátló hatás éri az E_l esemény által, valamint $P_k(E_j) = P_k(E_l)$. Jelöljük továbbá az (4-29.) módosító formula hatásokat kifejező részeit c^+ - és c^- -al amelyek a támogató és a gátló hatásokra vonatkoznak, így:

$$c^+ = 1 + 0.5(a_{ij}^{tk} | +a_{ij}^{tk})P_k(E_j)$$

$$c^- = 1 + 0.5(a_{il}^{tk} | -a_{il}^{tk})P_k(E_l)$$

Amennyiben E_j és E_l befolyásoló ereje azonos mértékű, $a_{ij}^{tk} = -a_{il}^{tk}$, ezért $c^+ = c^- = c$ és $c > 1$. Ha a hatásokat elkülönítve vizsgáljuk, és azt feltételezzük, hogy a támogató hatás annyival növeli a kezdeti valószínűséget, mint amennyivel a gátló csökkenti, hiszen mértékük azonos azt a következőképp fejezhetnénk ki:

$$(P_i(E_i))_c^{\frac{1}{c}} - P_i(E_i) = P_i(E_i) - (P_i(E_i))^c \quad (4-69.)$$

Jelöljük $(P_i(E_i))_c^{\frac{1}{c}}$ -t x -el, $P_i(E_i)$ -t, pedig y -al. Ekkor az egyenlőséget felírhatjuk a következőképp is:

$$(x - x^c) = (y - y^c) \quad (4-70.)$$

$$0 < x, y < 1$$

Átalakítva:

$$x^c - y^c = x - y \quad (4-71.)$$

Alapul véve azt, hogy a $P_i(E_i) = 0$ és a $P_i(E_i) = 1$ eseteket, amikor a valószínűség a kezdeti értéken marad kizárjuk, az (4-71.) egyenlőség csak $c = 1$ esetén állna fenn. A

$c=1$ érték viszont a c definíciója alapján nem állhat elő, ha befolyásoló hatás létezik. Összegezve tehát, ha egy eseményt külön-külön ér azonos mértékű támogató és gátló hatás egy-egy befolyásoló esemény részéről, eltérő mértékben fog a valószínűsége változni fölfelé illetve lefelé. Mindez igaz akkor is, ha több befolyásoló tényező befolyásának eredményeképpen a támogató és gátló hatások mértéke összesítve megegyezik. Miután a hatásfaktor meghatározásánál a valószínűség módosulásából indulunk ki, nem fogunk ugyanakkora befolyásoló erőt kifejező faktorokat kapni, ha a támogató hatás miatt a kezdeti valószínűségben létrejövő módosulás mértéke ugyanakkora, mint amekkorát a gátló hatás vált ki. Ez az előzőekből logikusan következik, de belátható úgy is, ha a kérdéses mértékű támogató és gátló hatások nyomán meghatározódó hatásfaktorok összegét vizsgáljuk. Ekkor a már megadott feltételek alapján a támogató hatás faktora:

$$a_{ij}^{tk} = \frac{1 - \log_{P_t(E_i)}(P_t(E_i) + x)}{P_k(E_j) \log_{P_t(E_i)}(P_t(E_i) + x)} \quad (4-72.)$$

és a gátló hatás faktora:

$$a_{il}^{tk} = \frac{1 - \log_{P_t(E_i)}(P_t(E_i) - x)}{P_k(E_l)} \quad (4-73.)$$

Ahol $x > 0$ a kezdeti valószínűség módosulásának a mértéke, figyelembe véve, hogy

$P_t(E_i) - x > 0$ és $P_t(E_i) + x < 1$, valamint $P_k(E_j) = P_k(E_l)$. Amennyiben a hatásfaktorok azonos mértékű befolyásoló erőt fejeznek ki, összegük zéró, azaz:

$$a_{ij}^{tk} + a_{il}^{tk} = \frac{1 - [\log_{P_t(E_i)}(P_t(E_i) - x)] \cdot [\log_{P_t(E_i)}(P_t(E_i) + x)]}{P_k(E_j) [\log_{P_t(E_i)}(P_t(E_i) + x)]} = 0 \quad (4-74.)$$

amely akkor teljesülne, ha fennállna a következő egyenlőség:

$$[\log_{P_t(E_i)}(P_t(E_i) - x)] \cdot [\log_{P_t(E_i)}(P_t(E_i) + x)] = 1 \quad (4-75.)$$

Ezzel szemben, $\log_{P_t(E_i)}(P_t(E_i) + x)$ -et egy z értékkel helyettesítve a következőket kapjuk:

$$\begin{aligned} (P_t(E_i))^{\frac{1}{z}} &= P_t(E_i) - x \\ (P_t(E_i))^z &= P_t(E_i) + x \end{aligned}$$

ami visszavezet minket a (4-69.)-hoz hasonló és teljesülési kritériumait tekintve azonos feltételhez, amely szerint:

$$(P_i(E_i))^{\frac{1}{z}} - P_i(E_i) = P_i(E_i) - (P_i(E_i))^z. \quad (4-76.)$$

Ennek alapján, ha a kezdeti valószínűség 0 és 1 értékek között van, a befolyásoló események valószínűsége nullánál magasabb és egyenlő, valamint a támogató hatás által kiváltott valószínűség változás mértéke egyenlő a gátló hatás által kiváltott módosulással, a hatásfaktorok nem lesznek egyenlők.

Hasonló eredményre jutunk, ha a befolyásoló hatást a módosított valószínűség és a kezdeti érték hányadosával értékeljük. Ekkor annak a feltétele, hogy a hatásokat külön-külön alkalmazva, támogató esetben annnyival szorozódjon fel a kezdeti érték, mint amennyivel osztódna gátló esetben, a következő:

$$\frac{(P_i(E_i))^{\frac{1}{c}}}{P_i(E_i)} = \frac{P_i(E_i)}{(P_i(E_i))^c} \quad (4-77.)$$

A $0 < P_i(E_i) < 1$ esetekben az egyenlőséget c -re megoldva látható, hogy az csak $c = 1$ esetén áll fenn, amely eset nem lehetséges kölcsönhatások esetén. A hatásfaktorok oldaláról vizsgálva, a feltétel a következő:

$$\left[\log_{P_i(E_i)} y P_i(E_i) \right] \cdot \left[\log_{P_i(E_i)} \frac{1}{y} P_i(E_i) \right] = 1 \quad (4-78.)$$

ahol $y > 1$ és $y P_i(E_i) < 1$. A $\log_{P_i(E_i)} y P_i(E_i)$ -t egy v értékkel helyettesítve az egyenlőségből a következőket kapjuk:

$$(P_i(E_i))^v = y P_i(E_i)$$

$$(P_i(E_i))^{\frac{1}{v}} = \frac{1}{y} P_i(E_i)$$

Amely a már megadott feltételeket alapul véve nem áll fenn.

A megállapításokat összefoglalva elmondhatjuk, hogy amennyiben egy támogató hatás erősségét kifejező faktor értéke egyenlő a gátló hatás faktorának abszolút értékével, és a befolyásoló események valószínűsége is ugyanakkora, a hatásokat egyszerre érvényesítve nem változik a befolyásolt esemény bekövetkezési esélye. A hatásokat így egymást kiegyenlítőnek nevezhetjük. Az egymást kiegyenlítő hatások ugyanakkor, külön-külön alkalmazva a kezdeti valószínűség eltérő mértékű és arányú változásait eredményezik. Ebből adódóan, nem következtethetünk az egymást kiegyenlítő hatásokra abból, hogy támogató esetben ugyanannyival, nő vagy szorozódik a befolyásolt esemény kezdeti valószínűsége, mint amennyivel gátló hatás esetén

csökken, vagy osztódik. Továbbmenve, a módosító formula tulajdonságai alapján, több esemény által gyakorolt támogató hatások összessége eltérő mértékben vagy arányban növeli a kezdeti valószínűséget, mint az összességében ezzel egyenlő gátló hatások csökkentenék. Amennyiben azonban egyszerre jutnak érvényre, a befolyásolt esemény kezdeti valószínűsége nem változik.

4.3 A valószínűségek módosítására kidolgozott eljárás korlátai

A következőkben az eljárás, elsősorban a módosító formulából fakadó korlátait tárgyaljuk azt vizsgálva, okoznak-e azok a gyakorlatban történő alkalmazást gátló, fel nem oldható problémát.

A technika egyik alapvető korlátját az a KSIM-ből örökölt tulajdonsága adja, amely nem engedi, hogy a módosított valószínűségek elérjék a $p=0$ illetve $p=1$ értékeket. A módosító formulából adódóan egy eseményt érő hatás nagyságának végtelenbe tartó növekedésével, a hatás érvényre jutásának következtében az esemény valószínűsége végtelenül kis mértékben tér el, a biztos bekövetkezés vagy be nem következés állapotától, de soha nem éri el azokat. A gyakorlati alkalmazás során azonban, az értékek önkényes változtatásának lehetősége illetve az, hogy a módosító formula képes kezelni a $p=0$ és $p=1$ valószínűségű befolyásoló eseményeket, feloldja ezt a korlátot. Az elsőként említett tulajdonság alapján lehetőség nyílik egy-egy küszöbérték meghatározására, amelyek alatti és feletti értékekkel bíró események valószínűségeit 0 és 1 értékre állítjuk. Mindez, ahogyan már a korábbiakban megfogalmazásra került, egy időszakra vonatkoztatva azt jelenti, hogy ott az esemény bekövetkezik, illetve nem következik be, ami nem ront a rendszer konzisztenciáján, hiszen mindkettő lehetősége fennáll. A másodikként említett tulajdonság alapján pedig lehetőség van arra, hogy a rákövetkező időszakokra vonatkozóan, az esemény befolyásolóként a nullára vagy egyre állított valószínűségi értékkel jelenjen meg.

Egy másik korlát a gátló és támogató hatások aszimmetriájában mutatkozik, nevezetesen abban, hogy akár a befolyásoló esemény valószínűségét, akár a hatás befolyásoló erejét tekintjük, a gátló hatásnál ezek valamelyikének a növekedése vagy együttes növekedésük a módosított valószínűséget egyre kisebb mértékben csökkenti, míg a támogató hatás esetében a módosított valószínűség növekedhet növekvő ütemben, ha a kezdeti érték 13.5% alatt van. A probléma jelen van a KSIM eljárásban is, így nem jelenti a kidolgozott technika minőségi hátrányát ezzel a módszerrel szemben. Másrészt, a támogató hatásra vonatkozó

$$P_i(E_i) > \frac{1}{e^{2[1+ZP_k(E_j)]}}$$

konkavitási feltételből látható, hogy bármekkora is a kezdeti valószínűség, a befolyásoló esemény valószínűségének vagy hatóerejének növekedésével a módosított valószínűség azok konkáv növekvő függvényévé válik. A gyakorlati alkalmazás során a korlát jelentőségét csökkenti, hogy igen alacsony valószínűségi tartományokat érint. Ha például egy olyan 50% eséllyel bekövetkező eseményt veszünk alapul, amely

hatására egy másik esemény bekövetkezési valószínűsége $p=0.5$ -ről $p=0.63$ -ra emelkedik, láthatjuk, hogy ugyanez a befolyásoló esemény a $p=0.05$ -nél alacsonyabb valószínűségű események esetében képes úgy hatni, hogy a bekövetkezési esélyének vagy a befolyásoló erejének növekedésével azok valószínűsége egyre nagyobb mértékben növekedjen.

További problémát jelent, hogy a hatásfaktorok meghatározásánál nem definiálhatók olyan értékek, amelyek a befolyásolt esemény biztos bekövetkezését illetve biztos be nem következését eredményezik. A korlát az elsőként tárgyalt problémával függ össze, a módosító formulának ugyanabból a tulajdonságából fakad. A feloldását jelentheti ezért az ott tárgyalt küszöbértékek meghatározása. Például ha egy 0,999 valószínűségű eseményt bekövetkezettnek tekintünk, a bekövetkezést eredményező hatásfaktor meghatározásánál számolhatunk a 0.999 módosított valószínűségi értékkel, az így számolt befolyásoló erő alkalmazása a kalkulációban használt kezdeti valószínűségnél gyakorlatilag a befolyásolt esemény bekövetkezését eredményezi. Ugyanez igaz a gátló hatásokra vonatkoztatott küszöbértékekre.

Az eljárás talán leglényegesebb korlátját, az egymást kiegyenlítő hatások kezelése jelenti. Tárgyaltuk azt a problémát, amely a hatások eredményeinek értékelésénél a valószínűség módosulásának abszolút értékkel, vagy hányadossal történő kifejezéséből fakad. Ezen túlmenően rámutattunk arra, hogy bármelyik módon fejeznénk ki a hatás eredményét, ugyanazon hatásfaktorok alkalmazása eltérő mértékben mozditja el a kezdeti valószínűséget gátló és támogató hatás esetén, illetve az ugyanolyan mértékű változásokból származtatott faktorok abszolút értéke nem egyezik meg. A probléma megoldását az egymást kiegyenlítő erejű hatások párba rendezése, és azonos abszolút értékű faktorokkal történő kezelése jelentheti. Erre lehetőség nyílik a faktorok önkényes meghatározásának már tárgyalt lehetőségéből adódóan. A kiegyenlítő hatások így az alkalmazás során ténylegesen kioltják egymást, amelynek eredményeként nem módosul a kezdeti valószínűség.

Végezetül a magasabb rendű kapcsolatok kérdését kell megemlítenünk. A kölcsönhatás technikák nagy részéhez hasonlóan, a szerző által kifejlesztett modell sem veszi automatikusan figyelembe a magasabb rendű kapcsolatokat a valószínűségi módosítások során. Érvényre juttatásuk, azonban megoldható, mint már utaltunk rá, az ilyen kapcsolatokat kifejező eseményekkel, az alábbiak szerint:

- Meghatározzuk a magasabb rendű hatás érvényre jutásának a feltételeit. Egy E_i eseményre gyakorolt magasabb hatás rendű hatás feltétele lehet például az, hogy a rá ható E_j és E_l valószínűségei $P_k(E_j)=0.4$ és $P_k(E_l)=0.2$ értéken legyenek.
- E feltételek teljesülése esetén, a magasabb rendű hatást alkotó eseményeket egy, a kombinációt kifejező eseménnyel helyettesítjük, amelyet bekövetkezettnek tekintünk. A példánál maradva, a bemutatott szituációt kifejezhetjük egy E^s esemény bekövetkezésével.
- A módosító formulában a $P_i^M(E_j)$ számításánál a $P_k(E_j)=0$ és $P_k(E_l)=0$ értékek mellett a $P_k(E^s)=1$ értékkel számolunk. Ennek az eseménynek a hatásfaktora természetesen a magasabb rendű hatás erejét fejezi ki.

A magasabb rendű hatások rendszerbevitelére alkalmas továbbá az egymást kiegyenlítő hatások kezelésére abban az esetben, ha a kiegyenlítés nem a befolyásoló tényezők azonos valószínűsége mellett áll be. Az egyező abszolút értékű hatásfaktorok alkalmazása során csak abban az esetben nem változik a befolyásolt esemény kezdeti valószínűsége, ha azonos a befolyásoló események bekövetkezési esélye, így feltételezzük, hogy az általuk gyakorolt hatások ekkor egyenlítik ki egymást. A gyakorlatban azonban előfordulhat, hogy egy adott valószínűségű esemény által kifejtett támogató hatást egy attól eltérő valószínűségű esemény által gyakorolt gátló hatás egyenlítő ki. Ekkor a két esemény által gyakorolt hatás kezelhető olyan magasabb rendű kapcsolatként, ahol a befolyásoló események meghatározott valószínűségi értékei mellett kiegyenlítődik a befolyásoló hatásuk.

A korlátokat összevetve láthatjuk, hogy a forgatókönyvek generálására kidolgozott eljárás nem jár olyan hátrányokkal, amelyek ne jellemeznék az alapjául szolgáló KSIM technikát is, mindemellett azok jelentős része kezelhető az alkalmazás során. A fejezetben leírtak mellett remélhetően bizonyítják, hogy sikerült egy olyan generáló technikát kifejleszteni, amely a forgatókönyv készítés szempontjából túlmutat az eddig alkalmazott kölcsönhatás elemzés eljárásokon.

4.4 Összegzés

A fejezetben először a kölcsönhatás elemzés alkalmazott technikáinak kritikáját foglalmaztuk meg a scénáriókkal szemben fennálló, a 2.2 pontban megfogalmazott kritériumrendszer, illetve a forgatókönyvek készítésének 3.1 pontban ismertetett koncepciója tükrében. Az egyes csoportokat a hatásfaktorok meghatározásának módja, illetve a modellek által kezelt időszakok alapján csoportosítva elemeztük, és megállapítottuk, hogy két olyan eljárás emelhető ki, amelyek továbbfejlesztve megfelelnek a feltételeknek. Ezek a Turoff [1972], illetve a Kane [1972] által kidolgozott modellek. Bemutattuk a Turoff-modell dinamizálási lehetőségeit, egyben kijelentettük, hogy az egyes események egymástól elvonatkoztatott becsülhetőségének biztosítása érdekében a Kane modellt fejlesztjük tovább. A fejezet második részében bemutattuk a szerző által kidolgozott valószínűségeket módosító modellt, és bizonyítottuk, hogy az megfelel a koncepcióból adódó módszertani kritériumoknak. A bizonyítás során azt elemeztük, hogyan alakul a módosított valószínűség a kezdeti érték, a befolyásoló esemény valószínűsége, illetve a hatásfaktor függvényében. Ezután részletesen bemutattuk a hatásfaktorok meghatározásának módját és a modell ebből fakadó tulajdonságait, majd külön részben foglalkoztunk az eljárás elemzés során kimutatott hátrányaival. A téma feldolgozása során a szerző saját eredményeinek tekinthetők:

- Az alkalmazott eljárások kritikai elemzése és annak valamennyi megállapítása,
- A valószínűségeket módosító modellre vonatkozó módszertani kritériumok megfogalmazása,
- A valószínűségeket módosító modell és a hatásfaktorok számítási módjának kidolgozása,
- A modell elemzése és annak valamennyi megállapítása.

- A magasabb rendű hatások kezelésének módja

További kutatási területet jelenthet a modell aszimmetriájának feloldása.

5 A forgatókönyveket generáló modell input adatainak előállítás

A 2.2.6 és 3.2 pontokban foglalkoztunk a forgatókönyvek elkészítésének azokkal a lépéseivel, amelyek a vizsgálatba vont terület meghatározására vonatkoznak. Láthattuk, hogy ezek a lépések általánosíthatók, vagyis függetlenek attól, hogy az elemző milyen módszert alkalmaz a scenárió változatok generálására. Ebben a fejezetben azzal foglalkozunk, hogy miképpen állíthatók elő a rendelkezésünkre álló információkból a 4.2 pontban tárgyalt modell input adatai. Ennélfogva, a scenárió készítés folyamatának következőkben tárgyalt lépései és módszertana hidat képeznek a forgatókönyvek készítésének általános, és az egyes változatok generálására használt modellből fakadó speciális része között.

A folyamat általánosítható lépéseinek eredményeképpen rendelkezésünkre állnak a vizsgált terület meghatározó összetevői és a közöttük fennálló kapcsolatok. Az adatok különböző megfogalmazásban jelenhetnek meg: lehetnek események, értékek, tulajdonságot kifejező fogalmak stb. A kapcsolatokkal szemben sem volt kritérium a számszerűsítés. Az eddig alkalmazott lépések így, a vizsgált terület elemeinek és struktúrájának egyfajta vázát biztosítják, és nem feltétlenül szolgálnak az összetevők lehetséges jövőbeli állapotaira vonatkozó adatokkal, valamint azzal sem, hogy azok milyen mértékben befolyásolják a többi elem lehetséges állapotait.

A scenáriók generálására kidolgozott modellben a vizsgált terület elemeinek jövőbeli állapotát az azokat leíró események valószínűségével, kapcsolataikat pedig az esemény-párok vonatkozásában meghatározott hatásfaktorokkal fejezzük ki. Ennek megfelelően, a scenárió készítés általános lépései során nyert információkat a generáló modell által használható formára kell konvertálni, a következő lépésekben:

- A vizsgált terület különbözőképpen megfogalmazott összetevőinek definiálása események formájában,
- A generáló modellbe foglalt és az azon kívül kezelt események körének meghatározása,
- Az események kiinduló valószínűségének meghatározása,
- Az események között fennálló kapcsolatrendszer és lehetséges változásainak definiálása.

A folyamat eredményeképpen előállnak az input adatok, amelyeket felhasználva a 4.2 pontban tárgyalt technika kialakítja az eseményláncokat tartalmazó alternatív forgatókönyveket. A következőben a folyamat egyes lépéseire vonatkozó kritériumokat és az alkalmazható módszertani elemeket egyenként tárgyaljuk.

5.1 A vizsgált terület összetevőinek meghatározása események formájában

Az események megfogalmazásakor figyelemmel kell lenni arra, hogy a forgatókönyvek generálására alkalmazott modell az eseményt egységként kezeli, ezen belül további bontás nem lehetséges. Ennek jelentősége akkor merül fel, ha egy eseménnyel egyszerre két vagy több történést szeretnénk kifejezni. A mindennapi életben tett kijelentéseink jó része ilyen, ellenkező esetben a kommunikáció

meglehetősen bonyolult és hosszadalmas lenne. Ha például azt mondjuk; „valószínű, hogy holnap az XY étteremben fogok ebédelni”, voltaképpen két eseményt kezelünk egyben: egyrészt azt, hogy holnap ebédelni fogok, másrészt azt, hogy ha ebédelek, azt éppen a megnevezett étteremben teszem. Az ilyenfajta megfogalmazás további jellemzője, hogy az események közül az egyik általában magában foglalja a másikat, így a kapcsolat csak az egyik irányban nyer gyakorlati értelmet. Ahhoz, hogy a nevezett étteremben ebédeljek, be kell következnie az étkezést kifejező eseménynek, mindazonáltal fordítva a kapcsolat nem értelmezhető. A szcenáriók készítésénél azonban az események ily módon csakis akkor kapcsolhatók össze, ha azok társítva jelentenek egységet, vagyis:

- A feltételként szereplő esemény biztosan bekövetkezik, mert ekkor nem képezi az elemzés tárgyát vagy,
- A feltételt képező esemény bekövetkezése bizonytalan, de lehetséges jövőbeli állapota nem befolyásolja a vele társítotton kívüli események állapotát, valamint a vele társított eseményre vonatkozó hatását nem vizsgáljuk. A társítás miatt ugyanis a közös bekövetkezés valószínűségét adjuk meg, amelyből nem határozható meg a feltételként szereplő esemény bekövetkezésének esélye, illetve a feltételes valószínűség sem.

A kritérium jelentősége a gyakorlati alkalmazás során nagy, hiszen a nyelvi sajátosságok miatt könnyen kezeljük egyben az eseményeket. Szemléltetesként tegyük fel, hogy a „mekkora a valószínűsége annak, hogy 2010-ben légpárnás utasszállító szeli át az Atlanti Óceán vizeit?” kérdésre adott válasz: 20%

A kérdés két bizonytalan eseményt takar (légpárnás utasszállító már ma is létezik, csak nem óceánjáró):

E_1 = a technológiai fejlesztések eredményeképpen rendelkezésre áll óceánjáró légpárnás jármű,

E_2 = az óceánjáró légpárnás pont az Atlanti Óceánt, vagy azt is átszeli.

Amennyiben az E_1 esemény bekövetkezésében biztosak vagyunk, nem kell bevonnunk az elemzésbe, hiszen hatásai egyértelműen beépíthetők a többi esemény kiinduló valószínűségébe. Amennyiben E_1 bekövetkezése bizonytalan, és E_2 -n kívül hatással van más eseményekre is, a kettő nem kapcsolható össze, hiszen a rendelkezésre álló információ alapján $P(E_1)$ a $[0.2, 1]$ tartományon bármilyen értéket felvehet, így az általa kifejtett hatás E_2 -n kívül nem egyértelmű. Hasonlóképpen nem kapcsolhatók össze az események, ha szeretnénk tudni, hogyan növeli a technikai fejlesztés eredménye annak az esélyét, hogy a légpárnást egy meghatározott útvonalon alkalmazzák, hiszen $P(E_1)$ ismeretének a hiánya már a $P(E_2|E_1)$ meghatározását sem teszi lehetővé, nemhogy a valószínűségben végbement módosulások kifejezhetők lennének.

Az előzőek mellett figyelemmel kell lennünk arra is, hogy összekapcsolás esetén a feltételt képező esemény explicite ki nem fejezett valószínűségének csökkenése hatást gyakorolhat a közös bekövetkezés esélyére. Például, ha az óceánjáró légpárnás kifejlesztésének esélye 20% alá csökken, nem tartható tovább a közös bekövetkezésre megadott érték. Ennek a veszélye abban rejlik, hogy a kérdés megfogalmazásakor a

technológiai tényező (fejlesztés) rejtve marad a közlekedési tényező (átszeli az óceánt) mögött, az arra gyakorolt hatásokat a közlekedési tényezőre gyakorolt hatásokként kell kezelni. Célszerű ezért az ilyen módon kapcsolt eseményeket külön-külön meghatározni még akkor is, ha teljesül a másodikként megfogalmazott kritérium, de a feltételt képező eseményre hatással lehet a vizsgált rendszer valamelyik eleme.

Az események összekapcsolásának másik lehetséges formája, amikor azok egymással determinisztikus kapcsolatban álló változók lehetséges értékeit jelenítik meg, és e kapcsolat nem változik a vizsgálat ideje alatt. Ebben az esetben arra kell ügyelni, hogy az egyik változó jelentőséggel bíró értékét megjelenítő esemény valószínűsége a másik változó, a determinisztikus kapcsolat által meghatározott értékének bekövetkezési valószínűségével lesz egyenlő. Minderre azért kell külön felhívni a figyelmet, mert a másik változó speciális értéke nem feltétlenül az, amire az említett valószínűség vonatkozik. Ez nem csak akkor merül fel, amikor a jelentőséget a vizsgálatot végző szempontjai határozzák meg, hanem akkor is, amikor az így kapcsolt események a vizsgált rendszer más-más területeivel, eseményeivel, állhatnak kapcsolatban. A probléma szemléltetéseként tegyük fel, hogy egy gazdaságban százmillió Euro az a forgalom, amely 25%-os kulcsú forgalmi adó hatálya alá tartozó termékekből és szolgáltatásokból tevődik össze. Tegyük fel azt is, hogy a forgalom, mint változó akkor bír jelentőséggel, ha átlépi a 150M€ határt. Ebben az esetben például, a gazdaságpolitika alakítói úgy gondolhatják, hogy a kapacitások bővítésén felül a piaci szereplők száma átlépte azt a mértéket, amely indokolhatja a forgalmi adó kulcsának csökkentését. A másik oldalról tegyük fel, hogy ha a forgalmi adóbevételel, eléri a 20M€ szintet, a költségvetés lehetővé teszi valamely más adónem kulcsának csökkentését, amelyet az előzőtől eltérő gazdaságpolitikai célok kívánnak meg. A vázolt példában hiába áll a két változó, a forgalom és az adóbevételel determinisztikus kapcsolatban egymással, két esemény megjelenítése szükséges, amelyek valószínűségeit konzisztencia kritériumoknak kell megfeleltetni. Így például, annak az esélye, hogy a forgalom átlépi a 150M€-t, annak a valószínűségét is mutatja, hogy az adóbevételel átlépi a 37.5M€ határt. Ez utóbbi érték azonban jóval a fölött van, amit az adóbevételel kapcsolatban speciálisként határoztunk meg. Szükség van ezért egy másik, az adóbevételel 20M€ szintjéhez kötődő esemény megfogalmazására is, amelynek az esélye arra vonatkozik, hogy a forgalom átlépi a 80M€ határt. Miután egy változóhoz tartozó események értékeket jelenítenek meg, eloszlást definiálnak nyilvánvaló, hogy a két, eltérő érték átlépését megfogalmazó eseményre becsült valószínűségek akkor konzisztensek, ha az alacsonyabb érték átlépésének a valószínűsége nagyobb. A gyakorlati problémát elsősorban az jelentheti, ha a két változóval kapcsolatos becslések külön-külön történnek és nincsenek összekapcsolva a determinisztikus kapcsolatokat megjelenítő események, nem kerül sor a konzisztencia ellenőrzésére, Mindennek elkerülése végett, célszerű a determinisztikus kapcsolatban álló változókat azonos, a kapcsolat alapján meghatározott eseményekben megjeleníteni úgy, hogy a jelentőséggel bíró értékek külön-külön határozzák meg az egyes eseményeket. A példánál maradva, a lehetséges megfogalmazás:

E_1 = a forgalom átlépi a 150M€ határt, így az adóbevételel a 37.5M€ határt

E_2 = a forgalom átlépi a 80M€ határt, így az adóbevételel a 20M€ határt.

A forgatókönyvek generálása során természetesen biztosítani kell a determinisztikus kapcsolatok változásának lehetőségét is.

5.2 *A generáló modellbe foglalt események körének meghatározása*

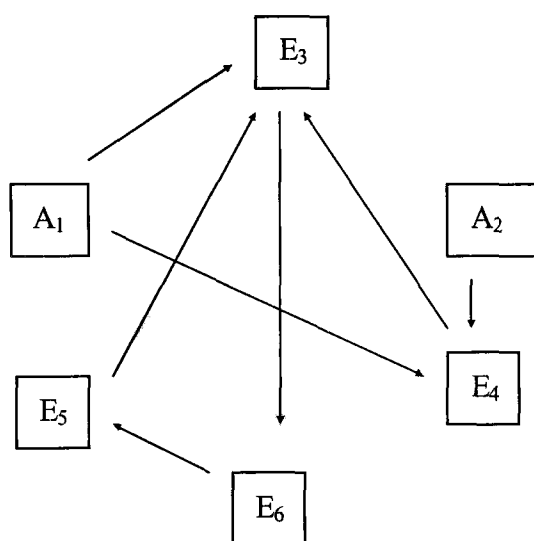
A 4.2 pontban tárgyalt modell elméletileg végtelen sok eseményt képes kezelni, és programozhatóságából adódóan azok nagy száma nem jelent kalkulációs terhet a vizsgálatot végző szempontjából. Mindemellett, önmagában a hatások esemény-párok alapján történő feltérképezése, az egyes periódusokra vonatkozó bekövetkezési valószínűségek meghatározása, a periódusok illetve események számának növekedésével jelentős mértékben növekvő kapacitásokat igényel a becslések tekintetében. Egy N számú eseményből álló rendszer jövőjének T számú periódusból álló időhorizonton történő vizsgálata $N \cdot T$ kiinduló valószínűség és $N^2 \cdot [(T-1) + (T-2) + \dots + 1]$ módosított valószínűség becslését feltételezi, ha valamennyi esemény kapcsolatban áll az összes többivel, és ezek a kapcsolatok időperiódusonként változnak. Ez a becslési igény természetesen elméleti, és a gyakorlati alkalmazás során csökkenthető (lásd 5.4.2), mindenesetre felveti a szükségességét a modellbe foglalt események és kapcsolatok minimalizálásának.

A következő lépés ezért azon események körének meghatározása, amelyeket a modell keretein belül kezelünk, illetve azoké, amelyek hatását a modellen kívül közvetlenül, a valószínűségek vagy a hatásfaktorok önkényes, azaz nem a modellből fakadó változtatásával juttatjuk érvényre. A szelekciót az események által megjelenített tényezők kapcsolatai alapján lehet elvégezni. Mindenekelőtt célszerű azoknak az elemeknek az eltávolítása, amelyek állapotáról és befolyásoló képességeiről biztosan tudjuk, hogy nem fog változni a vizsgált horizonton. Ezek az összetevők már kiszűrhetők az egyes tényezőket megjelenítő események megfogalmazása előtt, állandó hatásukat pedig kifejezésre juttathatjuk az érintett események kiinduló valószínűségében. Természetesen ez nem azt jelenti, hogy el kell tekintenünk a szcenáriókban való szerepeltetésüktől, hanem mindössze annyit, hogy nem jelentenek tényezőt az egyes forgatókönyv változatok generálásánál.

A modellbe foglalt események további szűrésének alapját adhatja, ha figyelembe vesszük, hogy a rendszerben lehetnek olyan elemek, amelyek jövőbeli állapota bizonytalan, ugyanakkor a többi elem részéről még az azokat reprezentáló események bekövetkezése esetén sem éri őket olyan mértékű hatás, amely észrevehetően megváltoztatná a rájuk vonatkozó valószínűségeket. Ebből adódóan, a modell alkalmazása során az állapotukra vonatkozó bizonytalanság nem változik, így az eljárás értékét nem rontja le, ha nem jelennek meg a modell eseményei között, de hatásukat figyelembe vesszük a modell eseményeinek valószínűségeiben. Amennyiben a bizonytalanságban bármilyen, nem a modellből fakadó változás elképzelhető és lényeges a modellbe foglalt események szempontjából, a tényezőt nem érdemes külön kezelni, hiszen valamennyi változás eredményét külön-külön kellene érvényre juttatni a modellbe foglalt események valószínűségeinek önkényes változtatásával. Olyan tényezőket célszerű ezért a modellen kívül kezelni, amelyek hatása a speciális

állapotukat leíró események kevés számú valószínűsége, például bekövetkezésük vagy be nem következésük esetén érvényesül, minden más eset elképzelhetetlen vagy elhanyagolható következményekkel jár. Így például külön kezelhető az említett tényező, ha az általa kifejtett hatás nagysága csak akkor változik, ha a bekövetkezési esélye eléri a 80%-ot, és e hatás szempontjából ugyanúgy nincs különbség a 80%-os esély és a biztos bekövetkezés között, mint a $[0.5, 0.8)$ tartomány valószínűségi értékei között. Ekkor a modellbe foglalt események kezdeti valószínűségeiben a tényező a speciális állapot bekövetkezésének 50%-os esélyével kerül figyelembevételre, és a valószínűségek a modellen kívül változtathatók annak feltételezésével, hogy a külső tényező jelentőséggel bíró állapota bekövetkezett.

5.2-1. ábra: A rendszerbe foglalt tényezők által nem befolyásolt elemek kiszűrése



Az E_3 , E_4 , E_5 és E_6 események valószínűségi értékei a kapcsolatrendszer alapján módosulni fognak, ha a halmaz valamely más, meghatározott elemének bekövetkezési esélye módosul. Ezzel szemben az A_1 és A_2 tényezők hatást fejtenek ki a halmaz többi elemére, ellenben ezek változásaiból adódóan az állapotukat leíró események valószínűsége nem módosul. Amennyiben lehetséges állapotaik kevés számú diszkrét valószínűségi értékekkel jellemezhetők, - például biztos bekövetkezés, biztos be nem következés, $P=0.5$ bekövetkezés, valamint hatásuk nagysága csak kevés számú, diszkrét valószínűségi értékkel leírható esetben tér el egymástól, kezelhetők a modellen kívül. Ekkor a kevés számú esetet a modellbe foglalt, és az általuk közvetlenül befolyásolt események valószínűségeinek önkényes változtatásával juttathatjuk érvényre.

A valószínűségeket módosító modell által kezelt eseményekre vonatkozó szelekció a fentiekén kívül elvégezhető az olyan események tekintetében is, amelyek bekövetkezése valamely, a vizsgált területen meghatározó szereplő döntéseivel kapcsolódik. A kölcsönhatás elemzés technikái ezeket az eseményeket valamely politika érvényesüléseként modellezik és a rendszert ért külső hatásként kezelik. Az ilyen jellegű beavatkozások közös jellemzője, hogy a rendszerbe foglalt tényezők lehetséges állapotaira vagy kapcsolatrendszerére egyaránt hatással lehetnek. A politikák alkalmazása ugyanakkor függhet a terület egyes tényezőinek állapotától vagy kapcsolatától. A kölcsönhatás elemzés feldolgozott irodalmában ez utóbbi jellemzőt

Helmer [1972, 1981] modelljén kívül nem veszik figyelembe. További probléma, hogy a hatás nemcsak egy politika érvényesülése, hanem az arra való esély esetén is megnyilvánulhat. Ennek a problémának a kezelése viszont még a Helmer modellben sem megoldott. A hiány nem indokolható, hiszen a társadalmi-gazdasági szereplők cselekvéseiben meghatározó szerephez jutnak a különböző politikákra vonatkozó várakozások, így nem elhanyagolható az azokat megtestesítő események bekövetkezésének valószínűsége. Az előző bekezdésben tárgyaltak alapján így nem vehető ki a modellből valamennyi döntést megtestesítő esemény. A modellen kívül eső tényezőként való kezelhetőséget ugyanakkor biztosíthatja az alábbi két kritériumnak történő együttes megfelelés:

- A döntéshozók képviselői jelen vannak a forgatókönyvek generálása során. A képviselők jelenléte ugyanis lehetővé teszi a modellbe foglalt események a szereplőkre gyakorolt hatásának érvényre juttatását. A képviselők a valószínűségeket módosító modell futtatása során látják a különböző események valószínűségeinek és kapcsolatrendszerének alakulását, így érdekeltységüknek és befolyásoló képességüknek megfelelően mindkettőbe beavatkozhatnak. Ezek hatása az értékek modellen kívüli, önkényes változtatásával érvényre juttatható. A képviselők jelenléte két további, a forgatókönyvek generálása során eddig figyelembe nem vett elemmel bővítheti az eljárást. Egyrészt, ha a scenáriók kialakítása során lehetőséget adunk a képviselők közötti kommunikációra, megengedhetővé válik a szereplők közötti alku modellezése. Másrészt a modell önmagában a tényezők adott periódusra vonatkozó állapotában csak a megelőző időszakok hatását veszi figyelembe, a szereplők képviselői azonban az összes vizsgált periódusra vonatkozó lehetséges állapotokat láthatják, így adott időszakra vonatkozó döntéseikben szerepet kapnak a későbbi időintervallumok is.
- A szereplők döntéseire vonatkozó bizonytalanság változása önmagában nem játszik szerepet a modellbe foglalt események valószínűségeinek alakulásánál. Ellenkező esetben, a már tárgyaltakhoz hasonlóan, a döntésre vonatkozó valamennyi valószínűségi állapot hatását külön-külön kellene a rendszerbe juttatni, amely folytonos értékek esetében nem lehetséges. Ez utóbbi kritérium alapján tehát a modellbe kerülnek azok az események, amelyek a vizsgálat során nem képviselt szereplők várakozásainak függvényei.

A tárgyalt feltételrendszer alkalmazásával tehát meghatározhatók azok az események, amelyek megjelennek a scenáriók generálására alkalmazott modell által kezelt halmazban, illetve amelyek hatását kívülről, a modellbe foglalt eseményekre vonatkozó valószínűségi és kapcsolati értékek önkényes változtatásával juttatjuk érvényre.

5.3 Az események kiinduló valószínűségeinek meghatározása

A forgatókönyvek generálására kidolgozott, 4.2 pontban tárgyalt modell, az események kiinduló valószínűségeit módosítja a kölcsönhatások figyelembevételével. Ezek a kiinduló valószínűségek olyan értékek, amelyekben valamennyi modellen kívül kezelt tényezővel fennálló kölcsönhatást figyelembe vettünk, ugyanakkor nem jelenítik meg a modellbe foglalt események egymásra gyakorolt hatásait. Ebből adódóan, a forgatókönyvek generálásánál figyelembe vett, de a modell által nem kezelt tényezők lehetséges állapotait leíró események valószínűsége képviseltetve vannak a modell eseményeinek bekövetkezési esélyeiben, így azok elkülönült becslésére csak akkor van szükség, ha ez a kiinduló valószínűségek meghatározásához elengedhetetlenül szükséges. Előfordulhat emellett olyan eset, amikor ezeknek a külső eseményeknek olyan feltételezett állapotait (biztos bekövetkezésüket, vagy biztos be nem következésüket) vesszük figyelembe, amelyek alapként szolgálnak az egyes forgatókönyv változatokhoz. Ebben az esetben az ilyen külső események feltételezett állapotának megfelelően kell meghatározni a kiinduló valószínűségeket.

A következőkben azokkal az eljárásokkal foglalkozunk, amelyeket az események kiinduló valószínűségeinek meghatározásához használhatunk. Az egyes technikák alkalmazhatóságának vizsgálatához, illetve a feladatnak megfelelő módoszatuk kidolgozásához mindenekelőtt a forgatókönyvek generálásához használt eljárásban szereplő kiinduló valószínűségek jellemzőit célszerű áttekinteni.

5.3.1 A kiinduló valószínűségek jellemzői

A valószínűségek meghatározására szolgáló technikák alkalmazhatóságát, előnyeit, hátrányait nagymértékben befolyásolják olyan tényezők, amelyek az értékek mibenlétéből fakadnak.

Az egyik lényeges jellemző, hogy a valószínűségi értékekben csak a rendszer adott periódusra vonatkozó minőségi jellemzői jelennek meg. Ennek előnyeivel a 3.1.2 pontban foglalkoztunk.

A valószínűségi értékekkel kapcsolatos másik fontos tényező, amit a becslés során figyelembe kell venni az, hogy a modell által tartalmazott események bekövetkezési esélyeiben nem szerepelnek a modell többi eseményének lehetséges bekövetkezéseiből adódó hatások, azaz nem jelennek meg az általuk kifejezett elemekkel fennálló kapcsolatok. Ezzel ellentétben, a modell eseményeinek valószínűségei tartalmazzák az összes modellen kívüli tényező hatását. Mindezt figyelembe kell venni a becslést végzők körének meghatározásánál, hiszen azt jelenti, hogy a szakértőnek a kiinduló valószínűségek meghatározásához nem szükséges ismernie a modellbe foglalt tényezők között fennálló kapcsolati viszonyokat, amely a generálásra kidolgozott technika már említett jellemzője, ugyanakkor fel kell tudnia mérni a modellen kívüli elemekkel fennálló kapcsolatok hatásait. Ez utóbbi kritérium ugyanúgy jelentkezik más kölcsönhatás elemzésre alkalmazott eljárásoknál, így nem jelent hátrányt azokkal szemben. A külső események körének meghatározásánál megfogalmaztuk, hogy

azokat nem éri az állapotukat módosító hatás a modellbe foglalt események részéről. Így, ha szükséges a valószínűségük becslése, abban csak a többi külső tényező szerepét kell figyelembe venni.

Az értékek becslésénél tekintettel kell lenni arra, hogy a modellben vagy azon kívül lehetnek olyan események, amelyek valószínűség eloszlást határoznak meg. Ilyenek például egy változó értékének lehetséges intervallumait megjelenítő események, amelyeknél a valószínűségek összege nem haladhatja meg az 1-es értéket. Célszerű ezeket az eseményeket elkülönített figyelemmel kezelni.

Végezetül, az adatok a becslést érintő egyik leglényegesebb tulajdonsága a szubjektív voltukból adódik. Az értékek gyakran olyan eseményekhez kötődnek, amelyekre nem definiálható vagy nem mérhető gyakoriság. A társadalmi-, gazdasági-, technikai szféra számos ilyen elemet foglalhat magában, a politikai eseményektől kezdve a háborúkon, technikai fejlesztéseken keresztül a piaci szerveződésekben való részvételig, stb. Felhasználható statisztikai adatok hiányában, valószínűségeik a becslő bekövetkezésbe vetett hitét, egyfajta állásfoglalását tükrözik, a be nem következés esélyével szemben. A szubjektivitásból adódóan ugyanakkor az egyes szakértők által becsült értékek eltérhetnek egymástól, így érvényesek rájuk a sokaságokkal kapcsolatban értelmezett statisztikai fogalmak. A forgatókönyvek készítését végző szakember feladata a kiinduló valószínűségek meghatározásánál nem más, mint a szakértők sokaságának állásfoglalását a generáló modellben egyetlen értékkel megjeleníteni. Amennyiben ez nem lehetséges és az állásfoglalások több, eltérő jellemző értékkel jeleníthetők meg, úgy önmagában alternatív forgatókönyvek alapja lehet a modell futtatása valamennyi értékre. A megjeleníthetőség módjában jelentős szerepet játszik az adatok, azaz a szakértők által becsült, adott eseményre vonatkozó valószínűségek eloszlása.

Mindenekelőtt azt kell figyelembe vennünk, hogy az adatok szóródását számos tényező okozhatja, amelyek egy részét ki kell szűrünk ahhoz, hogy ne kapjunk torz képet az állásfoglalások tekintetében. A különbségek mögött állhatnak személyes pszichés tényezők: gondolkodási keretek, valószínűségek eltérő értelmezése stb. (Barakonyi [1998]), amelyek nem magukban az állásfoglalásokban, hanem azok kifejezésének módjában meglévő eltérésekből adódnak, így az adatok nemkívánatos szóródását eredményezik. E tényezőkkel nem foglalkozunk a dolgozat keretein belül, kiszűrésük és a belőlük fakadó problémák kezelése a döntéstudomány tárgykörébe tartozik. A másik, a szakértők állásfoglalásának kifejezésében torzuláshoz vezető, így nemkívánatos szóródás abból adódik, ha egyes szakértők az általuk korábban nem ismert információk birtokában az állásfoglalásukat tekintve azonosulnának másokkal. Az azonosulást abban a kontextusban értelmezzük, hogy ha egy szakértő birtokában van minden ismeretnek amellyel egy másik is rendelkezik, ugyanakkor fordítva ez nem mondható el, a számára hiányzó információk birtokában ez utóbbi is ugyanazt az értéket becsülné. Az ilyen értelemben vett azonosulás kiszűrésére megoldást nyújthat, ha nem vesszük figyelembe azok becsléseit, akik nincsenek olyan ismeretek birtokában, amelyekkel a szakértők sokaságának valamely másik tagja rendelkezik, de olyan ismeretek birtokában sincsenek, amelyekkel ez a másik tag nem rendelkezik. Ennek gyakorlati megvalósítása állhat abból, hogy a rendszer jövőjével kapcsolatos

állásfoglalásokat olyan sokaságnak tulajdonítjuk, amely az ismereti szint (ami nem az azonos ismeretanyagot jelenti) tekintetében homogén. Emellett feltételezhetjük, hogy a magasabb ismereti szinttel rendelkező csoportok pontosabb becsléseket képesek adni a jövő vonatkozásában.

A feltételezésnek ellentmondva, Woudenberg [1991] szerint bizonytalan szituációk megítélésében az információ hiánya meghatározóbb, mint a rendelkezésre álló információ, így a becslések pontosságában a szakértelem szintje nem játszik szerepet. Továbbmenve, a szakértelem egyenesen gátló tényezőként hathat a becslési pontosság tekintetében, hiszen rögzítheti a válaszadó gondolkodási kereteit. Murray [1979] és Dietz [1987] ugyancsak felvetik az értékek becslésére vonatkozó szakértelem megkérdőjelezhetőségét. Ezzel ellentétben Pill [1970] egy korábbi tanulmányra hivatkozva megállapítja, hogy azok a válaszadók, akik jövőre vonatkozó megítélésüket jól meghatározott indokokkal támasztják alá, kimutatható mértékben jobb előrejelzéseket adnak, mint akik indokai felszínesek, vagy nem adják meg azokat. Dalkey és szerzőtársai [1970] almanach típusú adatokkal végzett tanulmányuk alapján azt a következtetést vonják le, hogy a szakértelmüket magasabbra értékelő válaszadók előrejelzési pontossága szignifikáns mértékben jobb, az ebben a tekintetben alacsonyabb értékkel bíróknál. Munier és Rondé [2001] egy Delphi-vel kapcsolatos vizsgálat eredményeként arra a következtetésre jutnak, hogy az alacsonyabb szakértelemmel bíró válaszadók jóval nagyobb mértékben változtatják becsléseiket a többiek véleményét tükröző visszacsatolás után, mint a nagyobb ismeretanyaggal rendelkezők. Miután változtatások egyértelműen a középérték irányába mennek végbe az újrabecslés elsősorban az azonosulásnak tudható be. Rowe és Wright [1996] ellenőrizhető becsléseket elemző tanulmányuk egyik eredményeként megállapítják, hogy kimutatható a kapcsolat a szakértelem és a pontosság között. Az empirikus vizsgálatokra épülő tanulmányok tehát alátámasztani látszanak, hogy a szakértelem szerepet játszik a becslések pontosságában.

A fentiek mellett Sahal és Yee [1975] rámutatnak, hogy az előrejelzések pontosságában meghatározóak a becslési képességek is, vagyis az, hogy a válaszadók mennyiben tudják számszerűsíteni a jövőbeli bekövetkezésre vonatkozó elképzeléseiket. Mindez okot ad arra a felvetésre, hogy a sokaságot jellemző, becslési képességek különbségén alapuló szóródás szintén torzít, hiszen nem fejez ki egyértelmű különbségeket az állásfoglalásokban. Woudenberg gondolkodási flexibilitást érintő kritikájával kapcsolatban megjegyzendő, hogy amennyiben a válaszadók számára nem áll fenn a lehetőség az általuk megadott adatok módosítására a visszacsatolásként kapott információk alapján, a gondolkodási keretek flexibilitása az eljárás során nem játszik szerepet. Másképpen fogalmazva, nincs okunk feltételezni, hogy egy terület szakértője jobban befolyásolt saját gondolkodási keretei által, mint egy a területet kevésbé ismerő válaszadó, amikor elszigetelten, egyetlen alkalommal kell véleményt formálni egy esemény bekövetkezési esélyéről.

A valószínűségek meghatározásához tehát elsősorban egy olyan csoport összeállítása illetve sokaság feltételezése szükséges, amely a szakértelem szintje és a becslési képességek tekintetében homogén. A megfelelő alanyok kiválasztásában a

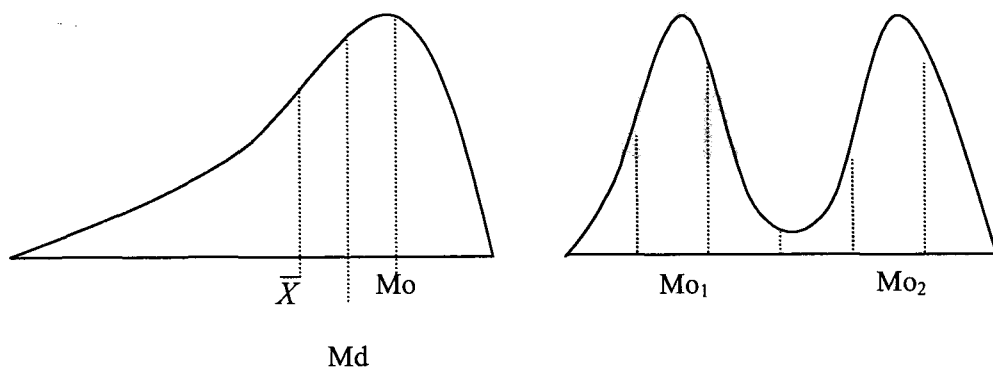
tudománnyal kapcsolatos területek vonatkozásában az Amara és Lipinski [1983] által közölt, az üzleti szféra tekintetében pedig a Dransfeld és szerzőtársai [2000] által bemutatott értékelési rendszer nyújthat segítséget. Az előbbit magyar nyelven részletesen ismerteti Kristóf [2002a], míg az utóbbit a *B.1* mutatjuk be. A becslési képességek felmérésére egy, az Amara és Lipinski által ugyanott hivatkozott eljárás szolgálhat alapul. A szakértői kompetenciák tesztelésének további módjait ismertetik Bessenyei és szerzőtársai [1977].

Amennyiben feltételezzük, hogy a becslésekre felkért szakértők alkotta sokaságból sikerült kiszűrni a relatíve hiányos ismeretanyag illetve az eltérő becslési képességek hatására létrejövő szóródást okozó faktorokat, a fennmaradó diverzitás az állásfoglalásokban meglévő olyan különbségeket fejez ki, amelyek kizárólag az egyének bekövetkezésbe vetett hitéből fakadnak. Ebben a szóródásban még megjelennek az egyéni pszichés tényezők, amelyek szerepe a döntéstudomány területébe tartozó módszertannal csökkenthető. Ezek az eltérések adódhatnak abból, hogy a becslést végzők eltérő tudományterületeket, vagy a társadalmi-gazdasági szféra eltérő régióit képviselik, és más hiedelmekkel rendelkeznek az egyes területek jövőt illető fontosságáról, illetve a jövőt alakító társadalmi szereplők érdekérvényesítő képességeiről, várakozásairól és döntéseiről. Amennyiben az állásfoglalások közötti különbségek jelentősek, felmerül a kérdés, hogy egyfajta közös ismeretanyag kialakításával az eltérő hiedelmek változnak-e olyan mértékben, hogy azok egységesnek tekinthetők, avagy nem. Az utóbbi esetben fennáll a lehetősége annak, hogy ha az egyik vagy a másik szakértő illetve ezek csoportjai által képviselt hiedelmek különböznek és egyaránt konzisztensnek mondhatók, akkor azok a jövőbeli fejlődés lehetséges alternatíváit jelentik. Az alkalmazás szempontjából ezért nem elhanyagolható a fentiek szerint már homogén szakértői csoport által adott becslések eloszlása.

A legkezelhetőbb eset számunkra, amikor a sokaság normális eloszlást követ. Ekkor az állásfoglalások, még ha nem is tekinthetők egységesnek, jól reprezentálhatók az átlaggal, amely az eloszlás tulajdonságai miatt egyenlő a módusszal és a mediánnal. Másképpen fogalmazva, a sokaság átlaga tekinthető úgy, mint ami az összes többihez képest a legtöbb szakértő állásfoglalását reprezentálja, ugyanannyi szakértő becsül ennél alacsonyabb értéket, mint magasabbat, és miután ettől lefelé és felfelé haladva egyre kevesebb és értékenként azonos számú szakértő képviseli az extrémításokat, azok közömbösítik egymást. Ennek megfelelően, az átlag jól reprezentálja a teljes csoport állásfoglalását. Ezzel ellentétben, az eloszlás ferdesége esetén a három lokális paraméter nem esik egybe, és önmagában egyik sem fejezi ki a teljes csoport állásfoglalásának tartalmát. Negatív ferdeség esetén például, ahol $\bar{X} < Md < Mo$, az átlagban ugyan valamennyi becsült érték képviseltetve van, mégis figyelemmel kell lennünk arra, hogy több szakértő becsült annál magasabb, mint alacsonyabb valószínűséget, így az nehezen tekinthető olyan értéknek, amely az állásfoglalások egyfajta konszenzusán alapul. A medián ugyanakkor nem fejezi ki az értékek abszolút értelemben vett tartalmát, így nem alkalmas arra, hogy a becslésekben szereplő és egymást nem közömbösítő extrémításokat figyelembe tudjuk venni. A módusz ugyan a relatíve legtöbb szakértő által becsült érték, viszont többen becsülnék ez alatti, mint e

feletti értéket. Ezt a különbséget érzékeltethetjük, ha a szakértőket csoportosítjuk aszerint, hogy mely értékeket becsülték. Ekkor az összes szakértő nagyobb hányada gondolja úgy, hogy a valószínűség alatta van a legnagyobb csoport által becsült értéknek, mint azok, akik pont ezt, illetve ennél magasabbat becsülték. Hasonló problémát jelent, ha az eloszlás nem unimodális. Ebben az esetben már két vagy több értékről mondhatjuk el, hogy az a szakértők, relatíve nagyobb csoportjának állásfoglalását reprezentálják (5.3-1. ábra).

5.3-1. ábra: A szakértők véleményét tükröző bekövetkezési esélyek megoszlása



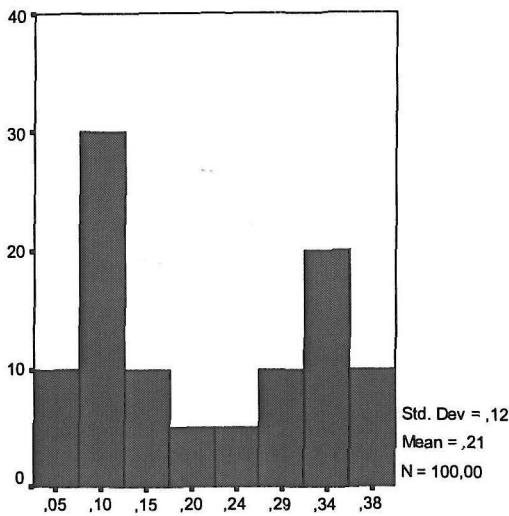
Az ábra bal oldalán látható, negatív ferdeséget mutató, hisztogram alapján képzett görbe szemlélteti, hogy összességében több szakértő gondolja úgy, hogy a bekövetkezés esélye alacsonyabb, mint azt a relatíve legnagyobb csoport gondolja együttevve azokkal, akik annál magasabbnak hiszik. Az átlag esetén a helyzet fordított; összességében több szakértő gondolja azt, hogy a bekövetkezés esélye ennél magasabb, mint azt, hogy alacsonyabb. A jobb oldalon látható bimodális eloszlás görbéje szemlélteti, hogy azonos hosszúságú intervallumokat képezve két olyan szakasz is megadható, amelyek a többi csoporthoz képest több szakértő bekövetkezésbe vetett hitét fejezik ki.

Az eloszlással kapcsolatban Martino [1970] két kísérletre hivatkozva azt a megállapítást teszi, hogy a jövőbeli bekövetkezési időpontokkal kapcsolatos becslések standardizált értékei lognormális eloszlást követnek. Amennyiben a megállapítás igaz, igaznak kell lennie azokra a valószínűségi értékekre is, amelyek annak az esélyét mutatják, hogy az esemény éppen abban az időszakban következik be, hiszen a kétféle becslés értékei megfeleltethetők egymásnak. Ha például egy kérdés arra vonatkozik, mely időpontokra következik be az esemény $p=0.1$, $p=0.5$, $p=1.0$ valószínűséggel, és a válaszként kapott évszámokból intervallumokat képezve egy másik kérdés annak az esélyére vonatkozna, hogy az esemény az adott intervallumban következik be, konzisztens válaszként az eredeti $p=0.1$, $p=0.5$, $p=1.0$ értékeket kapnánk vissza. Esetünkben a valószínűségi értékek jelentése más, mindazonáltal ez a kapott adatok eloszlásának vizsgálata szempontjából lényegtelen, hiszen az intervallumra vonatkoztatott valószínűség az intervallumon belüli részidőszakok tekintetében ugyanilyen kumulatív értéként határozódik meg. Hasonlóképpen, Kendall [1977] a valószínűségek helyett az odds-okra vonatkozó kérdések feltevését javasolja, amelyre kapott válaszok, állítása szerint a lognormális eloszlást közelítik. Mindazonáltal egyik szerző sem tér ki az állásfoglalások között meglévő, fent említett jól definiálható mintát követő különbségekre, az adatokat szolgáltató szakértők alkotta sokaságot

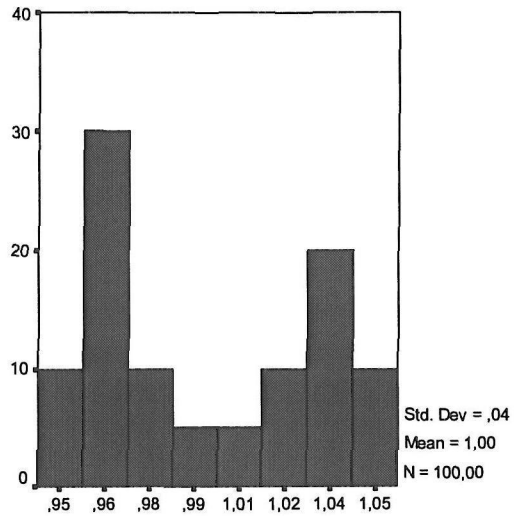
ebből a szempontból teljesen homogénnek tekintik. Így következtetéseik tétel helyett inkább a becslést végzők gondolkodásmódjára utalnak, hiszen a valószínűségi értékek egyértelmű transzformációjából nyert eloszlások tükrözik az eredeti értékek eloszlását.

Szemléltetésképpen tételezzünk fel egy $N=100$ szakértőből álló sokaságot, akik határozott állásfoglalással rendelkeznek egy adott esemény bekövetkezését illetően. Véleményük a következőképp oszlik meg: 10%-uk úgy gondolja, hogy a megadott időszakban a bekövetkezés valószínűsége $p=0.05$, 30%-uk gondolja azt, hogy erre az esély $p=0.1$, 10%-uk véleménye szerint $p=0.15$, 5-5%-uk szerint $p=0.2$ illetve $p=0.25$, további 10%-uk szerint $p=0.3$, 20%-uk véleménye szerint $p=0.35$, végül 10% az értéket $p=0.4$ -re becsüli. Az eloszlásból láthatjuk, hogy a szakértők 50%-a szerint a bekövetkezés valószínűsége a $[0.05, 0.15]$ intervallumban van másik 40% szerint a be nem következés tekintetében jóval bizonytalanabb $[0.3, 0.4]$ sávban, míg mindössze 10%-uk, foglal állást a kettő között. A véleménykülönbség tendenciózus mintája látható: a szakértők egyik fele nagyon kicsi esélyt ad a bekövetkezésre, míg közel a másik fele ebben bizonytalanabb. Az eloszlás bimodális, mint a standardizált értékek vagy az odds-ok alapján képzett eloszlások is (5.3-2. ábra).

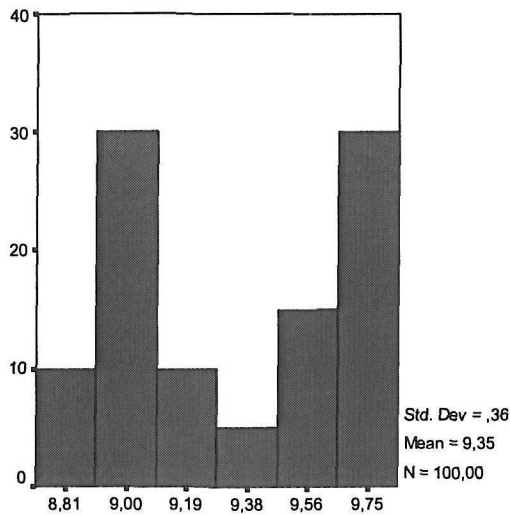
5.3-2. ábra: A valószínűségi értékek eloszlása a transzformációk előtt és után



A valószínűségi értékek eloszlása



Standardizált értékek logaritmusának eloszlása



Odds-ok logaritmusának eloszlása

A hisztogramok az adatok statisztikai feldolgozásával készültek. Az ábrából látható, hogy a transzformáció után kapott értékek eloszlásai tükrözik az eredetit. A logaritmus transzformációhoz 10-es alapú logaritmust használtunk, és a negatív értékek elkerülése végett, egy konstans hozzáadásával bővítettük.

A fentiekből, technikai szempontból azt a következtetést vonhatjuk le, hogy normális eloszlás esetén, a kiinduló valószínűségek meghatározásához elegendő a szakértők összességének álláspontját minden szempontból kifejező paraméter, az egyszerű becslhetőség miatt az átlag meghatározása. Az elemzők emellett dönthetnek valamelyik, ismeretanyagot megosztó, integratív technika alkalmazásáról akkor is, ha az adott esetben nagynak ítélik a normális eloszlású sokaság szórását. Erre nézve azonban nem adható meg általános kritérium, a döntéseket az adott szituáció alapján

kell meghozni. A normálistól eltérő eloszlás esetén, pedig célszerű lehetőséget adni a tendenciózus megosztottság felszámolására valamely a vélemények integrációját célzó technika alkalmazásával.

A vizsgálat szempontjából fontos hangsúlyozni, hogy ha az elemzés nem a teljes sokaságon, hanem az abból vett mintán alapul, úgy e mintának reprezentálnia kell a sokaság összetételét az állásfoglalások megoszlása tekintetében. Erre nézve nem adható meg egységes kritérium, ezért az általánosításhoz feltételezzük, hogy az állásfoglalások közötti tendenciózus eltérések egyes tudományterületek képviselői vagy társadalmi-gazdasági szereplők eltérő csoportjai között jelentkeznek. Ebben az esetben ügyelni kell arra, hogy a minta megfelelően reprezentálja az egyes csoportokat.

A következőkben, kiinduló valószínűségek meghatározására használható statisztikai és integratív technikák adaptálhatóságának, illetve alkalmazásuk módjának kérdéseivel foglalkozunk.

5.3.2 Kiinduló valószínűségek meghatározása statisztikai úton

A kiinduló valószínűségek statisztikai úton történő meghatározása nem jelent mást, mint a leíró statisztika alkalmazását vagy becslést annak a paraméternek a tekintetében, amellyel megtestesítjük a teljes sokaság állásfoglalását. Miután a válaszadók számára nem áll fenn a lehetőség sem az általuk becsült valószínűség indoklására, sem annak a többiek indokai alapján történő módosítására, egyszóval a vélemények közelítésére, statisztikai úton csak akkor célszerű meghatározni a kiinduló valószínűségeket, ha azok már az egyszeri lekérdezés alapján is olyan értékek, amelyek egyetlen adattal reprezentálhatók. Ebben sajnos mindössze csak akkor lehetünk biztosak, ha a teljes sokaságot lekérdeztük, és az normális eloszlású. Ekkor a már tárgyaltak szerint a szakértők véleményét a bekövetkezés esélyéről reprezentálhatjuk az átlaggal. Annak belátásához, hogy az ettől eltérő esetekben miért nincsen ez így, vegyük figyelembe a következőket:

1. Ha a teljes sokaságot lekérdeztük, és az nem normális eloszlású, a véleményekben tendenciózus különbségek mutatkozhatnak, ezért célszerű integrálni őket,
2. Ha a lekérdezés mintára vonatkozik, és az eredményekből arra következtetünk, hogy a sokaság nem normális eloszlású, ugyancsak felmerül az igény az állásfoglalások közelítésére,
3. Ha a lekérdezés mintára vonatkozik, és az eredményekből normális eloszlásra következtethetünk, az átlagra nézve intervallumbecslést adhatunk, így több értékkel kell számolnunk.

Az első és a második ponttal az integratív technikákat tárgyaló részekben foglalkozunk. A harmadik pont esetében használhatjuk a statisztikai eredményeket, ha:

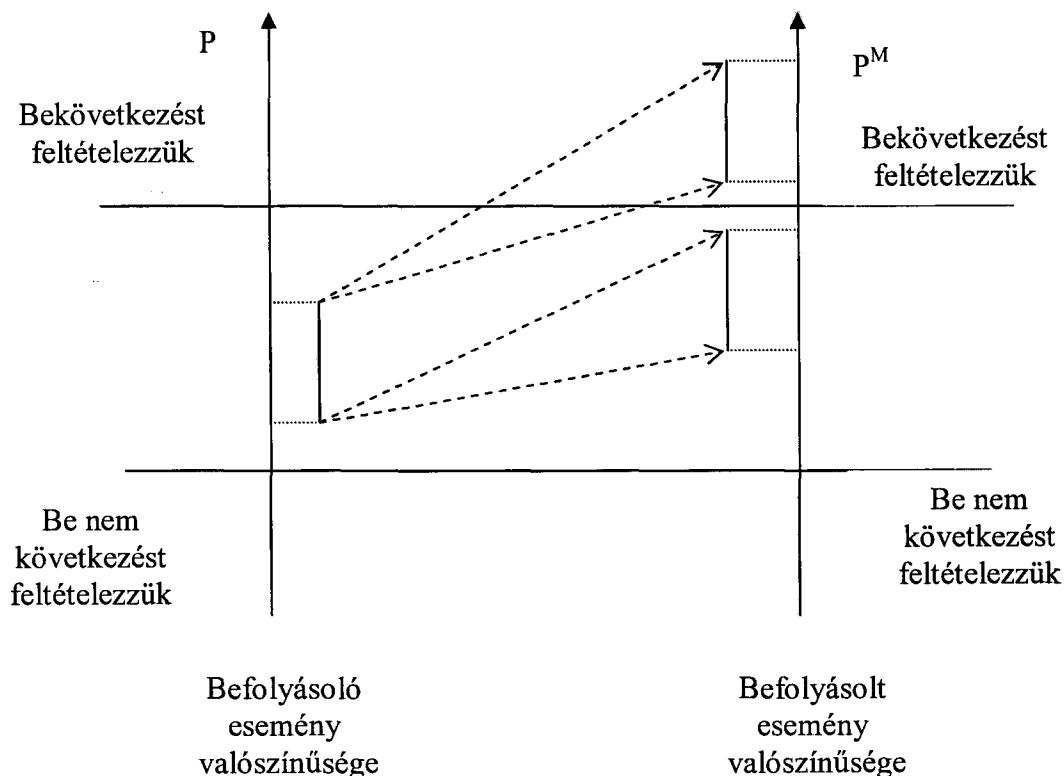
- a becsült intervallum valamennyi értéke ugyanabba a bizonytalansági kategóriába esik,

- bármilyen módosítás után, ugyanabba a bizonytalansági kategóriába kerülnek az intervallum értékei,
- az esemény egyetlen más tényezőt sem befolyásol.

Az első két feltétel azt biztosítja, hogy a forgatókönyv készítése során bármelyik pontjával reprezentáljuk az intervallumot, ugyanarra az eredményre jutunk a bekövetkezés feltételezésénél. Dönthetünk például úgy, hogy bekövetkezettnek tekintjük az eseményt, ha valószínűsége magasabb, mint $p=0.9$ és be nem következettnek, ha valószínűsége nem éri el a $p=0.1$ értéket. Ezzel három bizonytalansági kategóriát különítettünk el: a bekövetkezési $(0.9, 1]$, a be nem következési $[0, 0.1)$ és a bizonytalan $[0.1, 0.9]$ tartományokat. Tegyük fel, hogy a kiinduló valószínűsége becsült intervallum $[0.5, 0.6]$. Ha valamilyen hatásra a 0.6 alapján módosított valószínűség meghaladja a $p=0.9$ értéket és tudjuk, hogy ugyanerre a hatásra a 0.5 alapján módosított valószínűség is átlépi ezt a küszöböt, az eseményt bekövetkezettnek fogjuk tekinteni, bármely pontjából indulunk ki a becsült intervallumnak. Ugyanez mondható el a be nem következés esetére is: ha valamely hatásra a 0.5 érték alapján módosított valószínűség nem éri el a $p=0.1$ -et, és ez igaz a 0.6 érték alapján módosított valószínűsége is, akkor az intervallum bármely pontjából indulunk ki, a forgatókönyvben az eseményt be nem következettnek fogjuk tekinteni. Az intervallumot a bekövetkezés feltételezése szempontjából tehát homogénnek tekinthetjük.

A harmadik feltétel azt biztosítja, hogy nem kapunk eltérő forgatókönyv változatokat azért, mert az esemény befolyásoló hatásának nagysága eltérő az intervallum egyes pontjaiban. Ezt könnyen el lehet képzelni, ha az alsó végpont alapján számolt hatás egy másik esemény valószínűségét más bizonytalansági tartományba mozdítja el, mint a felső végpont alapján számolt hatás (5.3-3. ábra).

5.3-3. ábra: Módosított értékek alakulása, a befolyásoló esemény valószínűségére becsült intervallum végpontjai alapján



Az ábra azt szemlélteti, amikor a befolyásoló esemény valószínűségére becsült intervallum a bekövetkezés feltételezése szempontjából homogén tartományban van. Mindemellett elképzelhető, hogy a befolyásolt esemény bekövetkezésére nézve más feltételezéssel élünk, ha az intervallum alsó illetve felső értéke alapján módosítjuk annak valószínűségi értékeit.

Az, hogy egy esemény befolyásol-e egy vagy több másikat, egyértelműen kiderül a rendszerleírásból. A következőkben azt a tesztet mutatjuk be, amellyel ellenőrizhetjük, hogy ha a kiinduló valószínűsége becsült intervallum pontjai egy adott bizonytalansági kategóriában vannak, nem érheti az eseményt olyan hatás, mely során az intervallum egyes értékei alapján módosított valószínűségek eltérő kategóriába kerülnek.

Mindehhez először tesztelni kell, hogy a sokaság normális eloszlást követ-e. Az eljárás jól ismert, a statisztikai vizsgálatok során gyakran használják, ezért jelen esetre való alkalmazása csak a B.2 függelékben kerül bemutatásra. Itt mindössze annak jelentőségét hangsúlyozzuk, hogy a teszt elfogadhatóságához valamennyi intervallumnak legalább 5 várható előfordulást kell tartalmaznia, és a minta méretének el kell érnie az 50-es elemszámot.

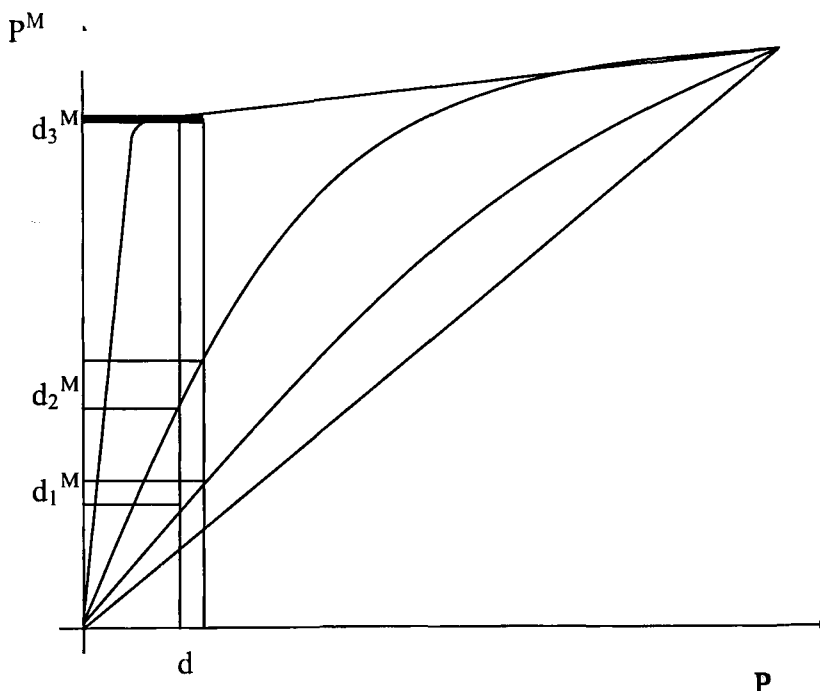
Az intervallum homogenitásának tesztje

Az első feltétel ellenőrzése egyszerű, hiszen látható, hogy az értékek azonos bizonytalansági kategóriában vannak-e. Így például, ha az eseményt be nem következettnek tekintjük, amennyiben valószínűsége nem haladja meg a $P=0.1$ értéket, és a becsült átlag 99%-os konfidenciaszinten, a 0.06 és 0.014 érték közé esik, az eredmény megfelel a feltételnek, hiszen bármelyik értéket alkalmazva az a következtetés, hogy az esemény nem következik be. Másképpen fogalmazva, a szakértők álláspontjának reprezentálása során felmerülő pontatlanság, nem jelent pontatlanságot az esemény be nem következésével kapcsolatos megítélésben. Ezzel szemben, ha az értékek ugyanezen a konfidenciaszinten 0.09 és 0.11 közé esnek, az eredményt nem fogadhatnák el, hiszen az egyes adatok eltérő megítélést eredményeznek a be nem következés tekintetében.

A második feltételnél abból indulunk ki, hogy a módosító formula a 4.2.1 pontban vizsgált tulajdonságaiból adódóan, két kiinduló valószínűség közül a magasabb, a módosítás során magasabb értéket vesz fel, függetlenül a hatás támogató vagy gátló voltától. Ennek megfelelően a kritérium azt jelenti, hogy a kiinduló valószínűségeket tartalmazó homogén intervallum értékeinek módosulása során olyan tartományt kell kapnunk, amely nem foglalja magában egyetlen bizonytalansági kategória határát sem. A kritériumnak való megfelelést ellenőrző eljárás meghatározásához ezért figyelembe kell vennünk néhány, a módosító formulából adódó tulajdonságot, amelyek a módosított értékeket jellemzik, ha azokat a kiinduló valószínűségek függvényében írjuk fel.

Az egyik ilyen jellemző az, hogy két különböző valószínűségi érték alapján nyert módosított értékek közötti távolság az eseményt érő hatások függvényében eltérő. Mindez abból adódik, hogy a hatások változásával eltérő lesz a módosított értékeket a kiinduló valószínűségek függvényében leíró görbék meredeksége (5.3-4. ábra). Ennek figyelembevétele azért szükséges, mert a hatásokat a forgatókönyvek generálása során változtatjuk, például meghatározott események korábbi időszakokban történő bekövetkezésével. Emellett nem ismerjük a hatások nagyságát az előző időszakok módosított valószínűségeinek ismerete nélkül. Egyszerűbben, az eseményt érő hatások nagysága nem ismert a kiinduló valószínűségek meghatározásakor.

5.3-4. ábra: A módosított valószínűség intervallumának alakulása eltérő nagyságú hatások esetén.



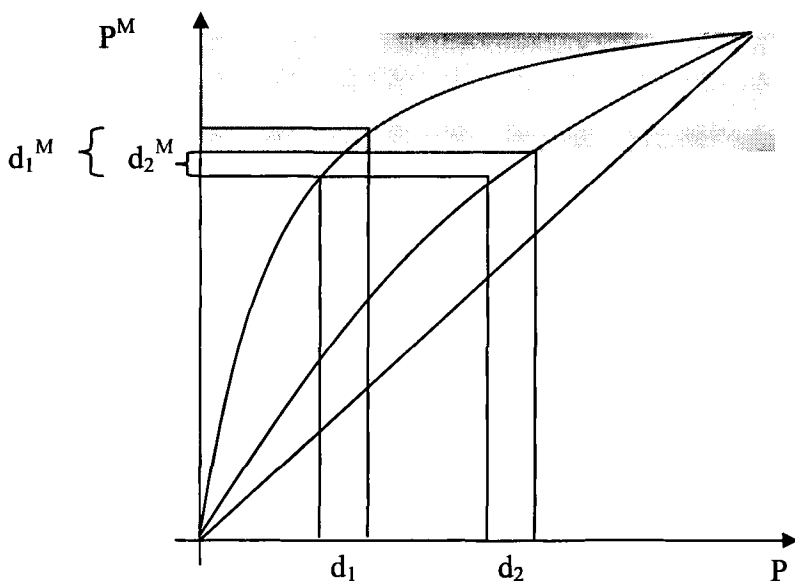
Az ábra azt az esetet szemlélteti, amikor egy eseményt összességében támogató hatás ér. A gátló hatásokra vonatkozó illusztrációtól az áttekinthetőség érdekében eltekintünk. Láthatjuk, hogy a két kiinduló valószínűség közötti d távolság az eseményt érő hatás függvényében a módosított valószínűségekre nézve eltérő d^M távolságokat, esetünkben $d_2^M > d_1^M > d_3^M$ relációt eredményez.

Mindennek az a következménye, hogy ha egy intervallum megfelel egy adott bizonytalansági kategória alapján támasztott követelménynek, az még nem biztosítja, hogy egy másik kategória alapján támasztott feltételeket is kielégíti. Tekinthetjük például az eseményeket be nem következettnek, ha valószínűségük nem haladja meg a $p=0.1$, valamint bekövetkezettnek, ha valószínűségük eléri a $p=0.9$ értéket. Amennyiben a kiinduló valószínűség P_A értéke egy hatás alapján $P_A^M=0.09$ és egy ennél nagyobb P_F érték alapján módosuló valószínűség $P_F^M=0.10$, a két kiinduló valószínűség által meghatározott intervallum valamennyi értéke homogén abban a vonatkozásban, hogy a megadott hatás esetén az eseményt be nem következettnek tekintjük. Mindazonáltal ez nem garantálja, hogy ha egy másik hatás eredményeként $P_A^M=0.89$, P_F^M nem fog 0.9-nél magasabb értéket felvenni, vagy fordítva. A gátló hatásokra vonatkozóan a probléma hasonlóképpen szemléltethető, figyelembe véve, hogy itt a viszonyítási pontot az intervallum legfelső értéke jelenti.

A feltételek ellenőrzésének módját befolyásoló másik, a forgatókönyveket generáló modell tulajdonságaiból fakadó jellemző az, hogy a formula a kiinduló valószínűségeket az összes rájuk ható tényező együttes figyelembevételével, mindössze egyszer módosítja. Ennek jelentősége abban áll, hogy ha nem így lenne, számolnunk kellene azzal, hogy összességében támogató hatás esetén a kiinduló valószínűségek intervallumának legalsó, összességében gátló hatás esetén, pedig

legfelső értékének megváltozásával az, az eredetitől eltérő nagyságú hatás eredményeként érne el a bizonytalansági kategória határát. Ebből adódóan, a módosított értékeket a kiinduló valószínűségek függvényében leíró görbe meredeksége megváltozna, változtatva ezzel az intervallum két szélső pontja alapján számolt módosított valószínűségek közötti távolságot (5.3-5 ábra). Mindez azt jelentené, hogy hiába felel meg a kiinduló valószínűségek meghatározott intervalluma a kritériumoknak, ez nem bírna jelentéstartalommal, ha az értékek többször módosulnának a generáló modell alkalmazása során.

5.3-5. ábra: A módosított értékek közötti távolság alakulása a kiinduló valószínűségek becsült intervalluma elhelyezkedésének függvényében.



Az áttekinthetőség kedvéért ismét csak azt az esetet szemléltetjük, amikor az eseményt összességében támogató hatás éri. Látható, hogy eltérő mértékű hatások kelljenek ahhoz, hogy a $|d_1| = |d_2|$ intervallumok kezdőpontjai alapján számolt módosított valószínűségek megegyezzenek. Az eltérő hatásokat reprezentáló görbék meredeksége az intervallumokban eltérő, így a módosított valószínűségek közötti távolság sem egyezik meg. Tegyük fel, hogy bekövetkezettnek tekintünk minden olyan eseményt, amely a d_2^M intervallum felső értékénél magasabb valószínűségű. Az ábrán a szürke téglalap mutatja a tartományt. Ha a módosítás többször következne be feltehetnénk, hogy a d_2 intervallum valószínűségei az első módosítás után a d_1 intervallum által meghatározott értékekre változnak. Láthatjuk, hogy d_1 esetében erősebb hatás kell ahhoz, hogy a kezdeti érték ugyanakkorára módosuljon, mint d_2 -nél. Ez a hatás viszont a d_1 végpontját úgy módosítja, hogy az már másik bizonytalansági tartományba fog esni. Ha az értékek csak egyszer kerülnek módosításra, ez az eset nem fordulhat elő, hiszen ekkor a kiinduló valószínűségek d intervalluma fix marad.

A tárgyalt jellemző alapján tehát nem kell számolnunk azzal a problémával, hogy a kiinduló értékekkel kapcsolatos szakértői állásfoglalások alapján meghatározott intervallum a modell által történő bármilyen módosítás előtt érvényre jutó hatásra megváltozik, ezáltal érvényét veszti az értékei alapján számolt, a módosított valószínűségekre vonatkozó megállapítások. Ez a tulajdonság ugyanakkor nem jellemző, ha a modellezés során az elemző arra kíváncsi, hogyan alakul a rendszer jövője, ha magukban a kiinduló valószínűségekből mutatkozik eltérés. Ez azonban nem jelent problémát, mert ha az eltérő kiinduló valószínűségek hatásait modellezzük,

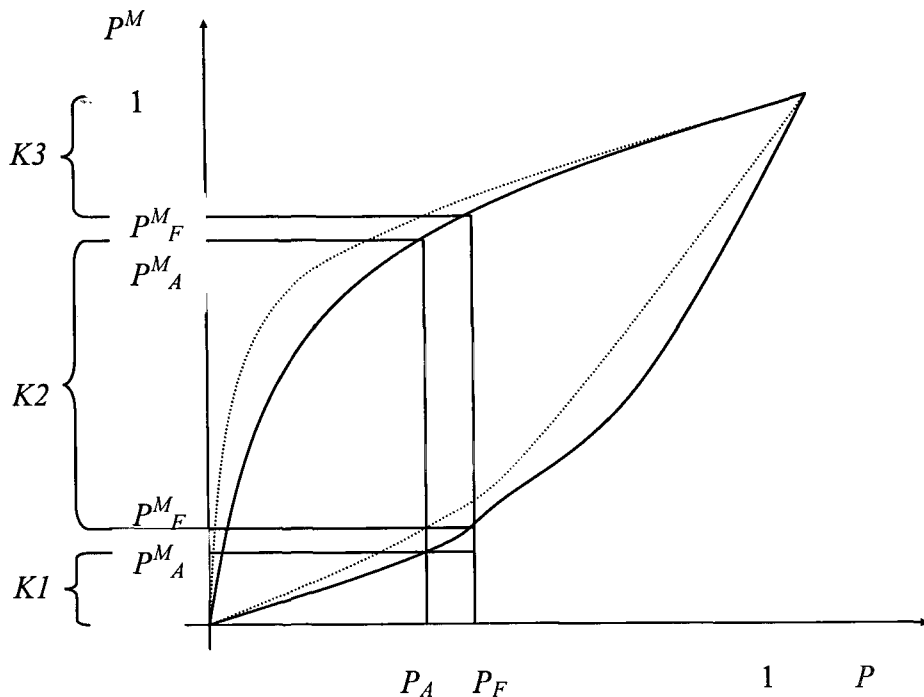
ezek az értékek definiáltak és nem reprezentatívak, így rájuk vonatkozóan nem kell intervallumokkal számolni.

Végezetül ahhoz, hogy a kiinduló valószínűségek adott tartományát homogénnek tekinthessük, azzal a feltételezéssel kell élnünk, hogy a módosított valószínűségek számítása során nem vesszük figyelembe az egy meghatározott értéknél kisebb változást eredményező hatásokat. Amennyiben nem élnénk ezzel a feltevessel, a bizonytalansági kategóriák egymás mellett lévő értékei közötti különbség végtelen kicsi lenne. Ennek megfelelően, a módosított valószínűség végtelenül kis mértékű növekedése már azt eredményezné, hogy a hozzá tartozó kezdeti valószínűség az eredetitől eltérő kategóriát reprezentál a bizonytalanság szempontjából, így lehetetlenné válik az ebből a szempontból homogén intervallumok meghatározása. Az adott értéknél kisebb hatások figyelmen kívül hagyásából adódó pontatlanság viszont az alkalmazás során kumulálódik, mivel a módosított valószínűségek összeadódnak a későbbi intervallumok bekövetkezési esélyeire vonatkozó hatások számításánál. Úgy is fogalmazhatunk, hogy ez az ára a statisztikai módszer alkalmazásának, ugyanakkor megjegyzendő, hogy ez az ár csökkenthető a figyelembe vett változásokra vonatkozó küszöbérték csökkentésével. További csökkenést jelent, hogy a feltevés csakis azokra az eseményekre vonatkozik, amelyek kiinduló valószínűségeit homogén intervallum alapján határozzuk meg. Ezek számának függvényében az elemző dönthet a módszer alkalmazásáról, vagy elvetéséről. Jelen esetben az egyszerűbb szemléltethetőség érdekében, illetve az értékek 1%-os egységekben történő megfogalmazása miatt, nem vesszük figyelembe azokat a hatásokat, amelyek a valószínűségben a 0.01 értéknél kisebb változást indukálnak. Technikailag ez azt jelenti, hogy a századokban kifejezett valószínűségek csakis századokban vagy tizedekben kifejezett értékekre módosulnak, és azért, mert a küszöbértéknél kisebb módosulást eredményező hatásoktól eltekintünk, az összes ezred pontossággal meghatározott értéket lefelé kerekítjük. Ennek megfelelően, összességében akár támogató-, akár gátló hatás esetén, ha egy esemény P_A kiinduló valószínűsége alapján képzett módosított érték a bizonytalansági kategória felső határán van, az annál magasabb P_F valószínűség csak akkor fog a bizonytalanság szempontjából eltérő kategóriát képviselni, ha a módosulás során az előzőnél minimum 0.01-el magasabb értéket vesz fel, azaz $P_F^M - P_A^M \geq 0.01$.

Tekintsük a kiinduló valószínűségeknek azt a $[P_A, P_F]$ intervallumát, amelyeknél a hatás, ami az alsó végpont értékét úgy módosítja, hogy az egy adott bizonytalansági kategória felső határára kerül, azt eredményezi, hogy a felső végpont alapján módosított valószínűség a szomszédos bizonytalansági intervallum alsó határának az értéke. (5.3-6. ábra). Ekkor a valószínűségek meghatározásának az előzőekben említett jellemzője alapján elmondhatjuk, hogy a $[P_A, P_F]$ intervallum bármely pontjából számolt, erre az adott hatásra kialakuló módosított valószínűség abba a bizonytalansági kategóriába esik, amelyet az imént a felső határával jellemeztünk. Összességében támogató hatás esetén, ha az eseményt ennél nagyobb hatás éri, a $[P_A, P_F]$ intervallum valamennyi módosított valószínűsége elhagyja a bizonytalansági tartományt, hiszen az alsó végpont alapján kalkulált érték a legkisebb módosulás esetén a szomszédos bizonytalansági kategória alsó határára kerül, és az összes többi

pont alapján számolt módosított valószínűség ennél magasabb lesz. Ugyanez a helyzet alakul ki összességében gátló hatás esetén akkor, ha az eseményt kisebb hatás éri.

5.3-6. ábra: A módosított valószínűség alakulása azokban az esetekben, amikor az értékek a bizonytalansági tartományok határain vannak

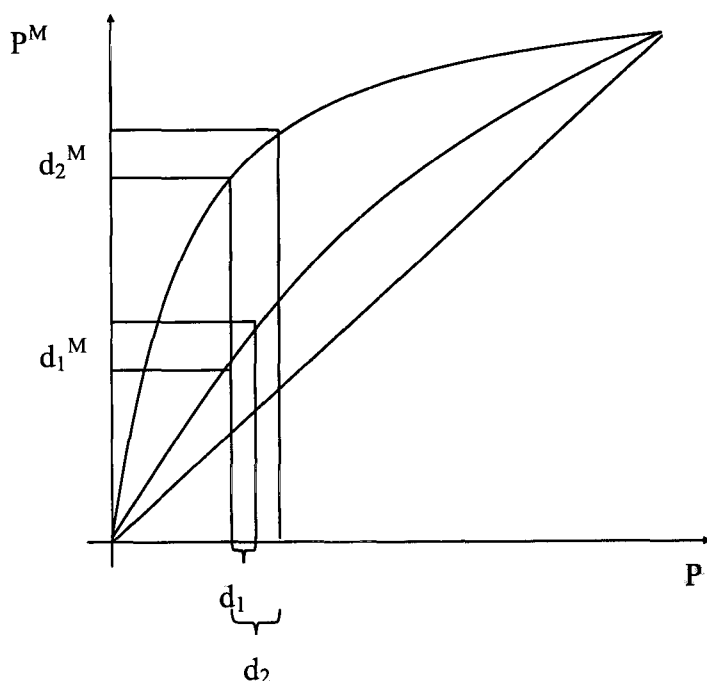


Az ábra azt az esetet szemlélteti, amikor három bizonytalansági tartománnyal dolgozunk. Ezek a módosított valószínűségek $K1$, $K2$, és $K3$ intervallumai. Összességében támogató hatás esetén azzal számolunk, amelynek hatására a módosított valószínűségek a $K2$ tartomány felső, illetve a $K3$ tartomány alsó határán alakulnak ki. Folytonos vonallal ábráztuk a hatáshoz tartozó módosított valószínűségeket a kiinduló értékek függvényében. Egy ennél nagyobb, összességében támogató hatás esetén (szaggatott vonal) a P_A^M értéknek minimum a $K3$ tartomány alsó határára kell esnie, hiszen ez a következő, figyelembevett valószínűségi érték, amely a $K2$ felső határa felett van, jelen esetben annál 0.01-al magasabban. Ekkor azonban valamennyi, P_A -nál magasabb érték átkerül a $K3$ tartományba. Hasonlóan jellemezhetjük azt az esetet, amikor az eseményt összességében gátló hatás éri úgy, hogy a P_A alapján módosított valószínűség a $K1$ tartomány felső határára, a P_F alapján módosított érték, pedig a $K2$ alsó határára kerül. Amennyiben a hatás ennél kisebb, a P_A^M minimum a $K2$ alsó határára kerül, így egyetlen P_A -nál magasabb kezdeti valószínűség alapján módosított érték sem marad a $K1$ tartományban. Láthatjuk azt is, hogy ha az eseményt olyan, összességében támogató hatás éri, ami kisebb, mint amit a folyamatos vonallal ábráztunk, akkor a P_F^M érték, így az intervallum valamennyi pontja már a $K2$ tartományba fog esni, hiszen ez a következő hatás, amelyet figyelembe veszünk. Hasonlóképpen, ha összességében gátló hatás esetén a folytonos vonallal ábrázoltnál eggyel nagyobb mértékű hatás érvényesül, a P_F^M , így az intervallum valamennyi értéke a $K1$ kategóriában lesz.

Mindezek mellett megállapíthatjuk azt is, hogy abban az esetben, ha a P_A alapján módosított valószínűség egy adott hatás következtében nincs egyetlen kategória felső határán sem, és az intervallum hossza rövidebb annál, hogy ha ott lenne, akkor a P_F alapján módosított valószínűség a szomszédos kategória alsó határára kerülne, az intervallum valamennyi pontja alapján módosított érték ugyanabban a bizonytalansági tartományban van. A homogenitás ellenőrzése így annak a vizsgálatát jelenti, hogy ha

az eseményt olyan hatás éri, amelynek következtében az intervallum alsó végpontja alapján módosított valószínűség bármelyik bizonytalansági kategória felső határára kerül, a felső végpont alapján módosított valószínűség is ebben a tartományban marad. Miután az egyes hatásokat reprezentáló, a módosított valószínűséget a kiinduló értékek függvényében leíró görbék meredeksége eltérő, a kiinduló valószínűségek homogén intervallumának hossza különbözik, az eltérő bizonytalansági kategóriákat határoló értékektől függően (5.3-7 ábra).

5.3-7. ábra: A homogénnek tekinthető intervallumok hosszának változása az egyes bizonytalansági kategóriák határainak függvényében



Az ábra nem különbözik a 5.3-4-től, és az ott tárgyalt tulajdonság, a kiinduló valószínűségek intervallumaira vonatkozó megfogalmazását szemlélteti. A kategóriahatáron lévő módosított valószínűségek közötti különbségre vonatkozó kikötés nem változik, vagyis az nem lépheti át a 0.01 határt, így nem változik a kiinduló valószínűségek tartományai, megengedhető maximális hosszának alapjául szolgáló távolság sem, azaz $d_1^M = d_2^M$. A kiinduló valószínűségeket az egyes kategóriák határait módosító hatásokat reprezentáló görbék meredeksége viszont nem egyenlő, ezért a módosított valószínűségek azonos tartományainak megengedhető maximális hosszához, a kiinduló valószínűségek eltérő hosszúságú megengedhető intervallumai tartoznak.

Az átlagra vonatkozó becslés alapján nyert intervallum végpontjai a rendelkezésünkre állnak, így az jellemezhetővé válik a kezdőpontjával és d hosszával. A homogenitási kritériumnak való megfelelés ennek megfelelően, a következőképp ellenőrizhető:

- A kiinduló valószínűség átlagát meghatározott konfidenciaszinten tartalmazó intervallum P_A kezdőpontja alapján meghatározzuk azokat a hatásokat, amelyek ezt az értéket úgy módosítják, hogy az, az egyes bizonytalansági kategóriák felső határára kerüljön,

- Az előző pontban definiált hatások alapján meghatározzuk azokat a d távolságokat, így $[P_A, P_F^*)$ tartományokat, amelyeknél az intervallumnak rövidebbnek kell lennie ahhoz, hogy az egyes hatások tekintetében homogén legyen,
- Amennyiben a kiinduló valószínűségek intervallumát magában foglalja az előző pontban számolt legrövidebb, homogenitást biztosító tartomány, azaz $\min[P_A, P_F^*)$, az intervallumot homogénnek tekintjük, ha maguk a kiinduló valószínűségek is egyazon bizonytalansági kategóriába tartoznak.

Miután a sokaság szórása nem ismert az intervallum becslésére, kis minta ($n \leq 30$) esetén t eloszlás alkalmazása javasolt. Így az intervallum nagy minta esetén a $\bar{P} \pm Z_{\alpha/2} s / \sqrt{n}$, kis minta esetén, pedig $(n-1)$ szabadságfokon, a $\bar{P} \pm t_{\alpha/2} s / \sqrt{n}$ formulák alapján számolható. Ha a minta elemszáma meghaladja a sokaság 5%-át, a standard hibát az $s_{\bar{P}} = \frac{s}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{\frac{N-n}{n-1}}$ korrekciós tényezővel kell számolnunk.

Az E_i esemény kiinduló valószínűségének átlagára vonatkozó becslés során kapott intervallum kezdőpontját jelöljük $P_i^A(E_i)$ -vel végpontját pedig $P_i^F(E_i)$ -vel. Ekkor, a homogenitást az egyes kategóriák határán biztosító, $[P_i^A(E_i), P_i^{*F})$ intervallumok a következők figyelembevételével állapíthatók meg:

$$[P_i^A(E_i) + d(m)]^{Z(m)} - (P_i^A(E_i))^{Z(m)} = 0.01 \quad (5-1.)$$

ahol:

$$P_i^{*F}(E_i) = P_i^A(E_i) + d(m)$$

$$(P_i^A(E_i))^{Z(m)} = U_m$$

$$Z(m) = \text{Log}_{P_i^A(E_i)} U_m$$

és

$d(m)$, az m -edik bizonytalansági kategóriára vonatkoztatva, az intervallumnak az a minimális hossza, amely tekintetében a $P_i^F(E_i)$ alapján módosított érték már a következő (az m -ediknél magasabb valószínűségi értékek alapján meghatározódó) kategóriába esik,

U_m az m -edik bizonytalansági kategória felső határát jelentő érték,

$Z(m)$, azt a hatást megjelenítő paraméter, amely az intervallum alsó végpontját képező valószínűséget úgy módosítja, hogy az, az m -edik bizonytalansági kategória felső határára essék.

Az (5-1.) az egyenlőségek alapján átrendezhető:

$$d(m) = (0.01 + U_m)^{\frac{1}{Z(m)}} - P_t^A(E_i) \quad (5-2.)$$

Ennek megfelelően, a legrövidebb, homogenitást biztosító intervallum:

$$\min[P_t^A(E_i), P_t^{*F}(E_i)] = \min\left[P_t^A(E_i), (0.01 + U_m)^{\frac{1}{Z(m)}}\right] \quad (5-3.)$$

Amennyiben $[P_t^A(E_i), P_t^{*F}(E_i)] \subset \min\left[P_t^A(E_i), (0.01 + U_m)^{\frac{1}{Z(m)}}\right]$ kijelenthetjük, hogy a szakértők állásfoglalásait kifejező átlagot az adott konfidenciaszinten tartalmazó intervallum értékei homogének a bizonytalanság szempontjából. Ebben az esetben tehát a tartomány bármelyik értékét választjuk, az eseményt érintő bármilyen hatással történő módosítás során, az ugyanolyan bizonytalansági kategóriába fog esni, mint az intervallum többi értéke. Ismételten felhívjuk a figyelmet, a statisztikai adatok elfogadhatóságának ellenőrzése kapcsán felmerülő torzításra, nevezetesen arra, hogy a vizsgálathoz használt küszöbérték, itt a 0.01, alatti elmozdulásokat kiváltó hatásokat nem vesszük figyelembe. Emellett becslés esetén a konfidenciaszint maga is utal az avval járó bizonytalanságra.

Amennyiben a becsült átlagot tartalmazó intervallum, nem tekinthető homogénnek, vagy az eloszlás nem normális, a korábban tárgyaltak alapján itt is lehetőséget kell adnunk a vélemények közelítésére, vagy új, konszenzuson alapuló állásfoglalás kialakítására. A következőkben olyan technikákkal foglalkozunk, amelyek ezeket a lehetőségeket biztosítják.

5.3.3 Kiinduló valószínűségek meghatározása integratív technikákkal

Az integratív technikák alatt olyan eljárások összességét értjük, amelyek fő célja az adatok diverzitásának csökkentése. Ezt úgy teszik, hogy megadják a lehetőséget az azokat becsülő szakértők rendelkezésére álló információk közzétételével az állásfoglalások integrálására, így egyfajta konszenzust kifejező illetve megjelenítő értékek meghatározására. Esetünkben az ilyen eljárások használatát az indokolja, hogy ha az egyszeri lekérdezés alapján nyert statisztikai paraméter nem fejezi ki megfelelően a teljes sokaság álláspontját, akkor annak oka egyrészt a véleményekben jól azonosítható minta alapján meglévő különbségben, másrészt az értékek túl széles skálájában rejlik. Ezekben az esetekben felmerül az igény a vélemények ütköztetésére vagy éppen összehangolására, és az értékek ennek alapján történő újrabecslésére. Természetesen előfordulhat, hogy a diverzitás azután is megmarad, hogy a becslők megismerik egymás eltérő álláspontjait. Ekkor a kezdeti valószínűség nem határozható meg egyetlen értékkel, és a különböző álláspontok különböző szcenáriók alapjait képezhetik.

Az integratív technikák skálája széles, amely a konferencia típusú megbeszélésektől a Nominális Csoport módszerén és a Delphi-n keresztül a különböző informatikai eszközök alkalmazásán alapuló csoportos döntéstámogató rendszerekig terjed. A továbbiakban ezek közül elsősorban a Delphi módszer alkalmazhatóságának a vizsgálatára koncentrálunk, melynek indokai a statisztikai feldolgozás és annak ellenőrzésével való együttes lebonyolíthatóságból, a Delphi és a kölcsönhatás elemzés kapcsolódásából, illetve a többi integratív technikához viszonyított teljesítményéből adódnak.

A Delphi módszer lebonyolításának részletekbe menő ismertetésére nem térünk ki, annak eredeti, más néven „klasszikus” verzióját részletesen tárgyalják az előrejelzésekkel és jövőkutatással foglalkozó szakkönyvek (Jones-Twiss [1979], Linstone [1978] Nováky, szerk. [1997]). Az egyik alaptechnika lényege, hogy a résztvevő szakértőknek meg kell becsülniük, mikorra fognak bekövetkezni a vizsgálat tárgyát képező események. A becsléseket kérdőívek kitöltésével adják meg. Ez biztosítja az anonimitást, amely az eljárás során végig megmarad. A becslés után, az adatok összesítésre kerülnek, és kiszámítják a mediánt, illetve az alsó és felső kvartiliseket. Ezeket visszacsatolásként megadva, a szakértőket újabb becslésre kérik fel. Ez képezi a Delphi második körét. A harmadik és a további körök ugyanígy zajlanak, ameddig az adatok változatlansága vagy diverzitásuk csökkenése alapján az elemzők véglegesnek nem tekintik őket. A szakértők hiányával jellemezhető szituációk kezelésére, az ellenérdekelt felek közötti konszenzus megteremtésére, a döntéstámogatásra és alternatívák rangsorolására kidolgozott Delphi-verziók leírása megtalálható a vonatkozó szakkikkekben (Turoff [1970], Helmer [1994], Rauch [1979], Anzani-Khorramshahgol [1990]).

A Delphi első körének eredményét az álláspontokat kifejező valószínűségek értékei jelentik, így a statisztikai feldolgozás lehetőségének a vizsgálata, és maga az eljárás sem jelent attól elkülönülő technikát a lebonyolítás szempontjából. A gyakorlati alkalmazás ugyanis megvalósítható úgy, hogy a Delphi kérdőívek első köre után rendelkezésre álló adatokra nézve ellenőrizzük a statisztikai feldolgozás lehetőségét, és ahol lehet ezt használjuk. Azoknak a valószínűségeknek a megállapítása céljából, amelyek nem fejezhetők ki a sokaság számított vagy becsült átlagával, pedig egyszerűen folytatjuk a Delphi lebonyolítását.

A Delphi alkalmazása mellett szól az is, hogy a kölcsönhatás elemzés technikájának kidolgozói közül nem egy szerző ebben az eljárásban látja az input adatok előállításának lehetőségét (Enzer [1970], Stover [1973]). Stover előnyként emeli ki azt, hogy a kiinduló valószínűségek adatai közötti inkonzisztenciák az első kör után a visszacsatolásban megadhatók. Esetünkben mindez alkalmazható azokra az esetekre, amikor két vagy több esemény valószínűségeinek összege nem haladhatja meg az 1-es, vagy más meghatározott értéket. Az ilyen inkonzisztenciák a megfelelő visszacsatolás alapján feloldhatók a becslések módosításával a második körben. Brockhaus és Mickelsen [1977] nyolcszáz válaszadóra alapozott empirikus vizsgálatának eredményei a gyakorlati alkalmazás oldaláról támasztják alá a Delphi kiemelt szerepét

kölcsönhatás elemzés input adatainak előállításában. Dransfeld és szerzőtársai [2000] ezzel szemben megkérdőjelezi a kölcsönhatás elemzés alkalmazhatóságát a Delphi eredményeire alapozva. Véleményük szerint, az emberi megítélés, az ok-okozati összefüggések kialakítása, a társadalmi reakciók nem modellezhetők olyan technikával, ahol a változásokat meghatározó tényezők előre rögzítettek. Esetünkben azonban a változásokban érintett, vagy azokra hatni képes szereplők képviselői részt vehetnek a forgatókönyv változatok generálásánál, így jövőre vonatkozó adatok birtokában alakíthatják akcióikat, amelyek külső hatásként megjelennek a rendszer fejlődésére befolyást gyakorló tényezők között. Amennyiben a cselekvéseikben meghatározó szereplők nem vonhatók be a scenárió készítés folyamatába, úgy viselkedésükről, akcióikról, várakozásaikról feltételezésekkel kell élnünk, de ugyanezeket a feltevéseket kell rögzítenünk, ha bármilyen más módszert alkalmazunk a forgatókönyvek generálásához. Ennek megfelelően nem állítható, hogy a 4.2 pontban kidolgozott, kölcsönhatás elemzésre épülő technika kevésbé venné figyelembe az úgynevezett kvalitatív tényezőket, mint más módszer, így az alkalmazhatóságra vonatkozó kritika ebből a szempontból nem állja meg a helyét.

Az eddig felsorolt megállapítások alátámasztják a Delphi hasznosságát a kezdeti valószínűségek becslésénél, ugyanakkor nem igazolják, hogy más integratív technika alkalmazásával nem nyerhetnénk pontosabb becslési eredményeket. A Delphi használhatóságának más módszerekkel történő összevetése kapcsán Goodman [1970] arra a következtetésre jut, hogy az előrejelzési eredményekben nincs a választott metodika alapján fennálló jelentős különbség. Kritikájával kapcsolatban meg kell azonban jegyezni, hogy az nem jelöli meg a Delphi-vel összehasonlításra került eljárásokat, a vizsgálat egyetlen előrejelzésre vonatkozik, az eredmények statisztikai ellenőrzése nem történik meg, és a Delphi alkalmazásának a folyamata sem kerül elemzésre. Mindemellett az eredmények hasonlósága arra is utal, hogy a tanulmány nem értékeli a Delphi-t pontosság szempontjából alacsonyabb szintre, mint más előrejelzési technikát. Dijk [1990] a Delphi-t az egyéni és a csoportos interjú módszereivel hasonlítja össze több szempont alapján, amelyek tükrözik a válaszadók motivációit, az eljárással és annak eredményeivel való elégedettségét, a becslések finomítását és annak módját, valamint a költségekhez és az anonimitáshoz kapcsolódnak. Vizsgálata során arra a megállapításra jut, hogy a szubjektív szempontok vonatkozásában mindkét interjú technika megelőzi a kérdőíveken alapuló Delphi-t, amely elsősorban annak köszönhető, hogy lehetőséget biztosítanak gondolatok és vélemények szabad kifejezésének. Az objektív szempontok alapján az egyéni interjú technikája teljesít a legjobban azzal a megjegyzéssel, hogy ez nem vonatkozik a társadalmi-politikai területekre, ezeken ugyanis a Delphi erősebbnek bizonyul. A kritika szempontunkból tehát megkérdőjelezhető, hiszen a scenárió készítés során többnyire az ezeken, vagy az általuk érintett területeken végbemenő lehetséges fejlődési folyamatokat vizsgáljuk. Másrészt, a tanulmány kvalitatív választ igénylő kérdéseken alapul, így azok kifejtése feltehetően jobban igényli az interjútechnikát, mintha kvantitatív adatokra szorítkozunk, ahogy a forgatókönyv változatok generálására alkalmazott modell esetében. Snizek [1989] a közös állásfoglalás kialakítására alkalmazható négy technikát vet össze, amelyeket a Delphi-n kívül a „Konszenzus”, a „Dialektika” és a „Diktátor” elnevezésű kategóriákba sorol.

A „Konszenzus” módszer a csoport tagjainak nyílt eszmecseréjéből és a közös állásfoglalás tárgyalás útján történő kialakításából áll. A „Dialektika” technika ettől abban különbözik, hogy az eszmecsere nem csupán az egyéni állásfoglalások, hanem az azok mögött álló feltételezések és befolyásoló faktorok megvitatására is szolgál, valamint lehetőséget ad új állásfoglalás kialakítására az információk birtokában. A közös véleményt ezután a „Konszenzus”-hoz hasonlóan alakítják ki. A „Diktátor” technika alkalmazása során a csoportot egyetlen tag reprezentálja, és az eszmecsere után ő alakítja ki azt az állásfoglalást, ami a csoportot képviseli. Az elemzés eredményei azt mutatják, hogy a kezdeti becslések pontatlansága a „Diktátor” technika esetén csökken a legjobban, bár a csoportot reprezentáló egyének megváltoztatták állásfoglalásukat az eszmecsere és megválasztásukat követően. A pontatlanság csökkenése ugyanakkor nagyobb a Delphi-nél, mint a „Konszenzus” és a „Dialektika” módszerek esetében. Mindezt részben erősíti Riggs [1983] vizsgálata, amelynek statisztikailag igazolt eredményei a Delphi egyértelmű előnyét mutatják a konszenzust egyszerű tárgyalással biztosító technikákkal szemben. Emellett, a „Diktátor” vizsgálata kapcsán a tanulmány kimutatja a pontosság rovására jelenlevő konformitást, nevezetesen azt, hogy a csoportot reprezentáló egyének állásfoglalásukat abba az irányba változtatták meg, amelyet az őket választó csoporttagok képviseltek. A klasszikus Delphi-t az előzőek mellett a csoportmunkát támogató informatikai alkalmazásokkal (Group Support Systems - GSS) való összehasonlítás kapcsán éri kritika, elsősorban a közvetlen interakciók hiánya miatt (Blanning, Reinig [2002]). Dhaliwal és Thung [2000], a GSS és a Delphi összehasonlító tesztelése során az előbbi magasabb teljesítményét állapítják meg, amely a szervezési kérdéseken túlmenően abból áll, hogy alkalmazása lehetővé teszi az anonim, közvetlen interakciót a szakértők között, ezzel szinergiát eredményez, és a lebonyolítás során tanulási folyamatot tesz lehetővé. A kritikával szemben meg kell jegyezni, hogy a vizsgálat a számítógéppel, illetve hálózattal támogatott csoportmunkát az úgynevezett „manuális” Delphi-vel veti össze, azaz a gépelt kérdőívek kitöltésének rendszerével, és nem foglalkozik az anonim kommunikációt lehetővé tévő on-line Delphi technikák vizsgálatával, amilyen például Group Delphi hálózati variációja (Webler és szerzőtársai [1991]). Emellett nem hagyhatjuk figyelmen kívül azt sem, hogy a méret növekedése a hatékonyság rovására megy az olyan csoportokban, ahol nyílt kommunikáció zajlik a tagok között. Mindez azt jelenti, hogy a szakértők nagyszámú sokaságának vagy mintájának kezelése egyetlen csoporton belül, lehetővé téve a nyílt kommunikációt valamennyi tag között, nem oldható meg hatékonyan még akkor sem, ha rendelkezünk a virtuális jelenlétet és anonimitást biztosító hálózati eszközökkel.

Az összehasonlítással foglalkozó irodalom között célszerű megemlíteni Rowe és Wright [1999] munkáját, amely a Delphi más technikákkal szemben vizsgált teljesítményével foglalkozó tanulmányok kritikai elemzését is tartalmazza. Az általuk ebből a szempontból vizsgált tizenkét elemzés közül mindössze kettőt (Snizek [1989], Riggs [1983]) hivatkoztunk a korábbiakban, így tanulmányuk további információkat szolgáltat a Delphi teljesítményéről. A szerzők kimutatásai alapján hét elemzésből mindössze kettő jut arra a következtetésre, hogy a konszenzust tárgyalás útján kialakító eljárások pontosabb eredményhez vezetnek mint a Delphi, és egyik vizsgálat eredményei sem igazoltak statisztikailag. Három tanulmány, melyek közül

kettő statisztikailag tesztelt, ezzel szemben a Delphi egyértelmű előnyét mutatja. További két, szintén statisztikailag tesztelt vizsgálat megállapítja, hogy az nem pontatlanabb, mint a tárgyalásos technikák. Ezenfelül két, statisztikailag tesztelt elemzés állapítja meg a Delphi elsőbbségét a pontosságon kívüli paraméterek, így a generált ötletek száma, és a konszenzust jelentő adat elfogadottsága tekintetében. A Nominális Csoport technikájával történő összevetések felénél azonban ez utóbbi technika bizonyul jobbnak, és mindössze egy tanulmány rangsorolja előbbre a Delphit. A többi nem állapít meg szignifikáns különbséget a két eljárás között. A Delphi előnye tehát nem rajzolódik ki, mint az előző esetben. A szerzők által vizsgált más, strukturált, csoportos kommunikáción alapuló módszerekkel történő összevetések egyike sem állapítja meg a Delphi hátrányát. Az alkalmazás során viszont ismételt figyelembe kell vennünk, hogy a Nominális Csoport módszere feltételezi a résztvevők közötti nyílt interakciót, illetve önmagában nem biztosítja az anonimitást, ezért számolnunk kell a csoportméretből és a későbbiekben tárgyalásra kerülő konformitásból adódó problémákkal. Emellett Nelms és Porter [1985] felhívja a figyelmet arra, hogy a Nominális Csoport módszer eredeti célja az ötletek generálása és szelektálása, és nem az előrejelzések.

A felsorolt érveket összefoglalva elmondhatjuk, hogy amennyiben a kiinduló valószínűségekre a statisztikai feldolgozás eredményeként nyert értékek részben vagy egészben, az állásfoglalásokban meglévő diverzitás miatt nem fogadhatók el, a rendelkezésre álló adatok mindenféle transzformációja, és a válaszadás technikai lebonyolításának változtatása nélkül futtatható a Delphi második köre. Amennyiben az állásfoglalásokban meglévő különbségek csökkentése vagy a további csökkentés lehetőségének vizsgálata céljából más integratív technikát alkalmaznánk, a lebonyolítás kérdésein túlmenően számolnunk kellene a pontatlanságból, a hatékony csoportméretet meghaladó szakértői létszámból és a konformitásból adódó problémákkal is.

5.3.4 A Delphi technika alkalmazhatóságának vizsgálata a forгатókönyvek generálásának módjából adódó, speciális szempontok alapján

A következőkben a módszer alkalmazhatóságának az elemzésével foglalkozunk, amely annak a vizsgálatát jelenti, mennyiben képes a technika kielégíteni a forгатókönyvek generálására kidolgozott modell által meghatározott feltételeket. A kérdés azt jelenti, biztosítja-e a technika, hogy a hasonló ismereti szinten lévő és becslési képességekkel rendelkező szakértők kiinduló valószínűségekből megtestesülő álláspontjai közelítsenek egymáshoz, ha az információcsere által kialakuló közös ismeretanyag új, az előzőnél nagyobb konszenzust megtestesítő állásfoglaláson alapuló értékekhez vezet. Emellett a biztosítja-e módszer, hogy amennyiben az állásfoglalások vonatkozásában a közös ismeretanyag ellenére sem csökken a diverzitás, az alkalmazás során megmaradnak ezek a véleménykülönbségek, és nem jön létre látszólagos konszenzus. A vizsgálatnak ezenkívül ki kell térnie azokra a technikai előnyökre, lehetőségekre és hátrányokra is, amelyeket a módszer kiinduló valószínűségekből meghatározására történő alkalmazása jelent.

Az elemzésnek pontokba szedve a következő kérdésekre kell választ adnia:

- Alkalmazható-e az eljárás valószínűségek becslésére?
- Alkalmazható-e hosszú időtávra?
- Létezik-e valamilyen limit a becslhető adatok számát illetően?
- Mennyiben reprezentálják az eljárás alkalmazása során nyert adatok a szakértők sokaságának állásfoglalásait?
- Melyek a becslések megváltoztatásának okai az egyes körökön keresztül?
- Hogyan ismerhető fel, és kezelhető az állásfoglalásokban meglévő konszenzus hiánya az alkalmazás során?

Az első kérdés abból adódik, hogy a Delphi eredetileg egy adott esemény bekövetkezésének időpontjával kapcsolatos becslésre vonatkozik. Ez azt jelenti, hogy a szakértőknek az esemény által megjelenített összetevő mindössze egyetlen lehetséges állapotával kell számolniuk, és az állásfoglalásukat abban a tekintetben kell kialakítaniuk, hogy a rendszer fejlődése során mikor következik az be. A periódusokra vonatkoztatott valószínűségek becslése ezzel szemben az arra vonatkozó állásfoglalás kialakítását jelenti, hogy egy adott állapotra nézve mekkora az esély egy meghatározott időszakban, így a válaszadónak az összes eltérő lehetséges állapotot figyelembe kell venni, amit az összetevő az intervallumon felvehet. A különbség a becslés során alkalmazott közelítésen kívül a visszacsatolás információinak eltérésében is megmutatkozik. A Delphi erre való felhasználhatóságát mindazonáltal alátámasztják azok az alkalmazások és fejlesztések, amelyekben a becslés a bekövetkezési esélyekre vonatkozik (Enzer [1970], Sahal-Yee [1975], Jones-Twiss [1978], Kendall [1977], Mohapatra és szerzőtársai [1984]).

A hosszú időtávra való alkalmazhatóság kérdése Martino [1970] felvetése alapján fogalmazódik meg. Vizsgálatának eredményei igazolható összefüggést mutatnak ki a különböző szakértők által becsült adatok szóródása és az időszak időbeni távolsága között, amelyre azok vonatkoznak. A szerző e szóródás okát abban látja, hogy az időben előrehaladva mind nagyobb bizonytalanság jellemzi a vizsgált területet. Miután a fejlődés forгатókönyveken keresztül történő elemzése éppen a magas fokú bizonytalansággal jellemezhető területekkel kapcsolatban nyújthat megoldást, a felvetett kérdés nem kerülhető meg. Maga a „hosszú táv” kifejezés nem egy pontosan és általános érvennyel definiált meghatározás, mindazonáltal jól kifejezi a bizonytalanság növekedését az időben előrehaladva függetlenül attól, hogy a vizsgálat milyen hosszú, naptári időszakokban kifejezett időhorizontra vonatkozik. A bizonytalanság kezelésére Chakravarti és szerzőtársai [1998] a becsléseket rövidebb, így kisebb bizonytalanságot hordozó időszakonként, lépésről-lépésre javasolják elvégezni. Mindez lehetővé teszi, hogy a becslést végzők egy adott időszak vonatkozásában kiindulópontként figyelembe tudják venni azokat a trendeket, amelyek a korábbi időszakokra vonatkozó becsült adatok alapján rajzolódnak ki. Esetünkben a kiinduló valószínűségek az időben egymást követő intervallumokra vonatkoznak, így ez a közelítés alkalmazható. Mindemellett meg kell jegyezni, hogy a bizonytalanság növekedése magára a becslést végző szakértőre vonatkozik, amelyet bármilyen más eljárás esetén is kezelni kell, így ez önmagában nem pusztán a Delphi-vel kapcsolatos probléma.

A becsült adatokra vonatkozó limit létezésének felvetését, tulajdonképpen magának a módosított valószínűségeket generáló modellnek a szerkezete indokolja. Szemben az egyetlen időszakkal dolgozó technikákkal vagy a klasszikus Delphi-vel, ahol a kérdések száma egyenlő az események számával, esetünkben ez felszorozódik az intervallumok számával. A probléma akkor merülhet fel, ha feltételezzük, hogy a kérdőív hosszúsága befolyásolja a válaszadó koncentrációra való hajlandóságát, azaz a becslések számának növekedésével nem fog egyenlő energiát fordítani rájuk. Ezt egyrészt feloldhatja az, hogy az aktív jelenlétet igénylő technikákkal szemben itt jóval több idő áll rendelkezésre a válaszadáshoz. Másrészről Huckfeld és Judd [1974] nagyszámú kérdést (118 állításhoz kapcsolódó két kérdés a második körben, további négy kérdés a későbbi körökben) tartalmazó Delphi tesztelésében nem mutatták ki a kérdőív hosszúságának hatását a válaszadás precizitására nézve. Problémát jelenthet a becslésben résztvevők számának a növekedése a visszacsatolások tekintetében is, hiszen ezáltal az új becslés során a visszacsatolt kommentárok növekvő számát is figyelembe kell venni. Az idézett tanulmány azonban a vizsgálatot nagyszámú résztvevőre (60 főt tartalmazó csoportok) végezte, így megállapításaik ebben a tekintetben is érvényesek. Mindez egyben a Delphi hatékonyságát is aláátamasztja a nyílt kommunikációt feltételező technikákkal szemben, ahol mint többször említettük, a csoportméret növekedése az információcsere hatékonyságának a romlásához vezethet.

A szakértők sokaságának reprezentálására vonatkozó kérdés akkor merül fel, ha a kiinduló valószínűségek statisztikai úton történő meghatározásához mintát használtunk. Amennyiben a mintaadatok alapján arra a következtetésre jutunk, hogy az alapsokaság nem normális eloszlású, vagy a nem befolyásoló eseményeknél normális eloszlású, de az átlag adott konfidenciaszinten olyan intervallumba esik, amely a kiinduló vagy módosított valószínűségek tekintetében nem jelent a bizonytalanság szempontjából homogén kategóriát, az adatokat tekinthetjük a Delphi első körében nyert eredményeknek. A kérdés az, hogy a további körök során mennyiben tartja meg ez a minta a reprezentativitását. Hasonló dilemmához vezet, ha a statisztikai feldolgozáshoz a teljes sokaságot lekérdeztük, de erre nincs lehetőség a további körökben, például adminisztratív okokból vagy, mert nem mindenki vállalja el a felkérést. Ekkor az első kör után kialakított minta reprezentativitásának a fennmaradása a kérdés. Woudenbergh [1991] szerint a becslésekben meghatározóak a személyes és szituáció specifikus összetevők, ezért az adatok közötti eltérések nem kezelhetők véletlen változóval. A szerző mindezt, „objektív” vagy almanach jellegű adatoktól, mint valódi értékektől való eltérést eredményező komponensekre vonatkoztatja. Esetünkben azonban nem tesztelésre szolgáló ismert értékekről és nem adott, „objektív” értékekről van szó, hiszen a becsült értékek közötti különbségek az állásfoglalások diverzitását tükrözik. A kritika mindazonáltal értelmezhető, hiszen a véleményalkotásban meghatározó tényezők éppúgy specifikusak és az egyénhez kötöttek, mint azok, amelyek például a szakterület kapcsán gyakorolnak befolyást az állásfoglalások kialakítására. Továbbmenve, Hill és Flowes [1975] illetve Murray [1979] felhívják a figyelmet, hogy még egy minden kritérium alapján reprezentatív csoport is torzulhat, ha a válaszadók egy része menet közben felmondja a részvételt,

valamint, ha a csoport összetétele változik. A felvetésekkel szemben Kastein és szerzőtársai [1993] empirikus vizsgálatuk során megállapítják, hogy standardizált formában, két elkülönített csoporttal végzett, három körös Delhi alkalmazás sem hozott jelentős eltérést az eredményekben. Tesztjük azonban egyrészt „igen-nem” válaszokat igénylő kérdésekben történő egyetértésre, amelyek az egyezőséget jóval tágabb határok között értelmezik, másrészt az egyes tételek súlyozásos rangsorolására vonatkozik, ahol a súlyozást csak az utolsó körben végezték el a szakértők, így annak változtatására nem volt lehetőség újonnan nyert információk függvényében. Az elméleti felvetések mellett módszertani szempontból az jelent problémát, hogy ha a sokaság nem normális eloszlású, és az állásfoglalások között tendenciózus különbségek vannak, nincs fogódzónk az eloszlás mintából történő meghatározására. A probléma abból a már említett felvetésből származik, hogy a szakértők véleményét csak normális eloszlás esetében célszerű az átlaggal reprezentálni, így más esetekben szükségünk van az eloszlás ismeretére. Mindez megerősíti, hogy olyan méretű és összeállítású mintára van szükség, amelyről feltételezhetjük, hogy reprezentálja a sokaság eloszlását. Biztosítanunk kell továbbá, hogy a Delphi körök során a szakértők rendelkezésére bocsátott információk ne legyenek olyan jellegűek, amelyek az újrabecslés szempontjából megbontják a minta reprezentativitást. Amennyiben e kritériumoknak nem tudunk eleget tenni, a Delphi során nyert következtetések, azaz a kiinduló valószínűségek mindössze a meghatározásukban résztvevő tagok állásfoglalásaként értelmezhetők. Az említett hátrányok ugyanakkor a Delphi technika előnyét is jelentik a nyílt interakciót biztosító módszerekkel szemben. Ezek egyrészt abban mutatkoznak meg, hogy Delphi esetében nem kell számolnunk a résztvevők létszámának korlátaival, ami lehetővé teszi a nagy elemszámú mintavételt. Ezenfelül, az irányított kommunikáció és az anonimitás következtében gyakorlatilag az összes résztvevő ugyanazokkal az információkkal szembesül az egyes körök után, így nem kell számolnunk azzal a torzulással, amely akkor megy végbe a mintában, ha a résztvevők csak az általuk szűrt kategóriákba tartozó információkat veszik figyelembe, mint egyes GSS technikáknál, vagy ha a személyes kommunikációban résztvevők eltérő státusa, meggyőző-, és kifejezőképessége miatt egyes nézőpontok nagyobb súllyal esnek latba.

A gyakorlati alkalmazás során olyan résztvevőket kérünk fel, akik egyenlő ismereti szinttel és hasonló becslési képességekkel rendelkeznek, azaz a véleményüket nem fogják a már említett azonosulás következtében megváltoztatni. Felmerül a kérdés: a Delphi technikailag valóban azt biztosítja, hogy a szakértők csakis akkor változtatják állásfoglalásaikat, ha az az új információk becslésbe történő beépítéséből, így a különböző álláspontok között kialakuló konszenzusból és nem a konformitásból fakad. A konformitás esetünkben annyit jelent, hogy valaki az állásfoglalását pusztán azért változtatja, mert közelít egy rá vonatkoztatva véleményformálónak tekinthető személy álláspontjához, vagy éppen távolodik attól. Konformitás az is, ha a változtatás pusztán azért megy végbe, mert az egyén közeledik egy nagyobb csoport által képviselt véleményhez. A technika által biztosított anonimitás lehetővé teszi a résztvevők közötti státusban megmutatkozó különbségek torzító hatásának eliminálását. A visszacsatolás ugyanakkor információk közlését jelenti, így feltételezhető, hogy annak módja és formája önmagában is befolyásolhatja az álláspontok változtatásának

motivációit, torzítva ezzel a nyert eredményeket. Woudenbergh [1991] rámutat, hogy ha a visszacsatolás kizárólag statisztikai adatokból áll, a következő körök adataiban az elmozdulás leginkább a visszacsatolt adatok által meghatározott tartomány felé megy végbe. Mindezt kiegészítve Nelson [1978], illetve Cyphert és Gant (idézi Webler és szerzőtársai [1991]) kutatási eredményeivel, amelyek arra utalnak, hogy a változtatás akkor is végbemegy, ha a visszacsatolt értékeket manipulálják, így egyfajta konformitást érhetünk tetten. Azok a szakértők, akik a résztvevők háromnegyedéhez képest alacsony vagy magas értékeket becsültek, egyformán a középérték irányába módosítják becsléseiket kizárólag annak hatására, hogy becsült értékeik relatív elhelyezkedése a tudomásukra jut. Mindez független az adott egyéntől, hiszen a visszajelzések manipulációja miatt ez azokra is igaz, akik a ténylegesen becsült értékek tekintetében eredetileg a középső ötven százalékot reprezentálják. A kizárólagosan statisztikai adatok formájában jelentkező visszacsatolás, bár standard információt nyújt, nem elegendő, hiszen a válaszadók nem jutnak olyan addicionális ismeretekhez, amelyek lehetővé teszik az övéktől eltérő állásfoglalások indokainak mérlegelését. Rowe és Wright [1996] empirikus vizsgálata alátámasztja, hogy a válaszadók becsléseinek indokait is tartalmazó visszacsatolások javítják a pontosságot a kizárólag statisztikai visszacsatolást használó alkalmazáshoz képest, redukálva ezzel a konformitásból eredő torzítást. A becslések indokainak szerepét igazolja emellett Salancik [1973] az eltérő ismeretekkel bíró résztvevők tudásának integrációjában. Hasonlóan, a Nelms és Porter [1985] által kidolgozott interaktív Delphi technikában a teljesítmény növelése érdekében kulcsfontosságú szerephez jut az állásfoglalások háttér-információinak megismertetése a résztvevőkkel. Az idézett tanulmányok alapján feltételezhetjük, hogy a becsült adatok mögötti indokok szolgáltatják azt az információ többletet, amely az egyes szakértők ismeretanyagát kiegészítve, a korábbi állásfoglalás megváltoztatását indukálhatja. Ezek az információk egyben elősegíthetik, hogy az eltérő álláspont megfontolt elutasításával a becslő ne közelítsen más érték felé pusztán azért, mert tud annak a létezéséről, illetve a mögötte lévő véleményt képviselők arányáról. Kétségtelen, hogy a statisztikai adatok is információkkal szolgálnak, így nem célszerű elhagyni őket a visszacsatolás során.

A konformitást vizsgálva több tanulmány (Snizek [1989], Rowe-Wright [1996], Munier-Rondé [2001]) is kimutatja, hogy a Delphi körök során inkább azok a szakértők változtatják a becsléseiket, akik a többiekhez képest bizonytalanabbak. Mindez a saját állásfoglalásukban biztosabb válaszadók adataival való azonosulást eredményezi, és nem az ettől mentes konszenzust. A problémára megoldást nyújthat az azonos ismereti szinttel és becslési képességekkel rendelkező szakértők alkalmazása, amit már az eddigiekben is feltételeztünk. Mindezt alátámasztani látszanak Dietz [1987] kutatási eredményei. A szerző hasonló ismereti szinttel rendelkező válaszadókkal végzett elemzésében nem tudja statisztikailag igazolhatóan kimutatni az összefüggést az első körben becsült értékkel való elégedettség és az oksági információk alapján végzett újrabecslés során történő változtatása között. Huckfeldt és Judd [1974] nagyszámú területre vonatkoztatott Delphi-t érintő vizsgálata során csak kevés kérdésben tudott konszenzust kimutatni, így ahol azok létrejöttek, valódiaknak és nem azonosulás eredményeinek tekinthetők. Esetünkben a Delphi alkalmazásának célja nem a konszenzus kikényszerítése, hanem az, hogy ha a konszenzusra lehetőség

van, annak létrejöttét biztosítsa az eljárás. Ha pedig az általa teremtett lehetőségek között nem jön létre konszenzus, az az álláspontok közötti, az összes lehetséges információ figyelembevételére után is megmaradó különbségeken alapuljon.

Az elemzők az álláspontok a becsült értékek közötti különbséggel kifejezhető távolsága függvényében dönthetnek úgy, hogy az egyes értékeket eltérő forgatókönyvek alapjaként veszik figyelembe. Ezért felmerül a kérdés, mikor kell a Delphi alkalmazást abbahagyni, és a kialakult értékeket véglegesnek tekinteni. A lehetséges megoldások egyik kategóriája, ha a körök számát limitáljuk, s az utolsó kör eredményeit tekintjük végleges értékeknek. Khorramshahgol [1999] a *Shewhart quality control* alkalmazását javasolja úgy, hogy a meghatározott számú Delphi kört lefuttatva, a $\mu \pm 3\sigma$ tartományokon kívül eső értékek tekintetében az elemzők döntenek azok elhanyagolásáról vagy a háttérükben álló állásfoglalások külön elemzéséről. A módszer kétségtelen hátránya a futtatandó körök számának önkényes meghatározásában rejlik. Ezzel szemben Hakim és Weinblatt [1993] a folyamat folytatását vagy lezárását a stabilitás-, és a konvergencia kritériumainak való megfeleléstől teszik függővé. A stabilitás az egyik körrel a másikra, az adott kategóriába eső válaszok gyakoriságának a változására, a konvergencia pedig a válaszokban megadott értékek szóródásának változására nézve állít fel küszöbértékeket. Ghaffin és Talley [1980] a konvergencia kritériuma helyett a stabilitást egyéni szintre értelmezve állítják fel a folyamat lezárásának, ezzel az értékek véglegesítésének kritériumait. A közelítés az előzőnél elfogadhatóbb abban a tekintetben, hogy ha egy kategóriába tartozó válaszok gyakorisága nem változik szignifikáns mértékben, az még nem jelenti azt, hogy az egyének ne változtatnák álláspontjaikat. Az egyéni szinten meglévő stabilitás emellett kielégíti a konvergenciára vonatkozó kritériumokat is. A szerzők két eljárást is közölnek az egyéni szinten jelentkező stabilitás mérésére: függetlenségvizsgálatot, illetve a „prediktív asszociációs index” mérését. Az előbbi akkor használható, ha a becsléseket mintaadatoknak tekintjük, továbbá az egyes kategóriákba eső előfordulások száma elegendő a χ^2 próba megbízhatóságához (ötnél nagyobb). Az utóbbi alkalmazása javasolt, ha az előfordulások száma nem elég magas vagy a lekérdezés a teljes sokaságra vonatkozik. Mindkét módszer esetében intervallumokkal dolgozunk, így az elemzőknek olyan szakaszokat kell megállapítaniuk a teszt során, amelyekre nézve az állásfoglalásokat hasonlóan tekintik abban az értelemben, hogy az adatok közötti különbségek nem reprezentálnak jelentős és tendenciózus véleménykülönbségeket. Az intervallumok hosszának meghatározása szituációfüggő, azokat befolyásolja az adatok mennyisége és eloszlása, ezért általános érvényű megállapításokat erre nézve nem tehetünk. A stabilitás vizsgálatának koncepciója abban áll, hogy ha egy Delphi körben adott válaszok egyéni szinten függenek a korábbi körben adott válaszoktól, úgy feltételezhető, hogy ez a válaszok azonosságát jelenti. A feltételezés oka, hogy a becslések változtatásait az információk indukálják, így az új értékek függetlenek a korábbiaktól. A stabilitás vizsgálatára vonatkozó hipotézisek ezért:

H_0 = a Delphi k és $k+1$ köreiben becsült egyéni értékek függetlenek

H_1 = a Delphi k és $k+1$ körben becsült értékek nem függetlenek

A H_0 hipotézis elvetése, ezzel az alternatív hipotézis elfogadása jelenti az egyéni szinten meglévő stabilitást, így az alkalmazás befejezésének kritériumát.

Amennyiben az elemzés mintaadatak alapján történik, a függetlenségvizsgálat kontingencia-táblájának f_{ij} cellái azoknak az adatoknak a számát tartalmazzák, amelyeket a szakértők Delphi k -adik körében a j -edik $j=1, \dots, J$, míg a $k+1$ -edik körben az i -edik, $i=1, \dots, I$, $J=I$ intervallumba becsültek. Ekkor a stabilitás tesztje:

$$\chi^2 = \sum_i \sum_j \frac{(f_{ij} - e_{ij})^2}{e_{ij}}$$

az $(I-1)(J-1)$ szabadságfokon, és az e_{ij} várható érték:

$$e_{ij} = \frac{r_i c_j}{n}$$

ahol:

r_i az összes, i -edik intervallumba becsült érték száma a $k+1$ -edik körben,

c_j az összes j -edik intervallumba becsült érték száma a k -adik körben

n a körönként becsült értékek száma.

A „prediktív asszociációs index” a függőséget a $k+1$ -edik kör adataira vonatkozó becslési hibák esélyének százalékos csökkenésével méri, azt feltételezve, hogy a k -adik kör adatai ismertek. Ha az index értéke $PAI=1$, teljes mértékű stabilitásra következtethetünk. Az index számítása:

$$PAI = \frac{\sum_i \max_j f_{ij} - \max_i r_i}{n - \max_i r_i}$$

ahol:

$\max_j f_{ij}$, a j -edik intervallumba tartozó legnagyobb előfordulás a kontingencia-tábla vonatkozó oszlopában.

A stabilitás kétféle tesztjének részletes, példákkal illusztrált leírása megtalálható a hivatkozott publikációban.

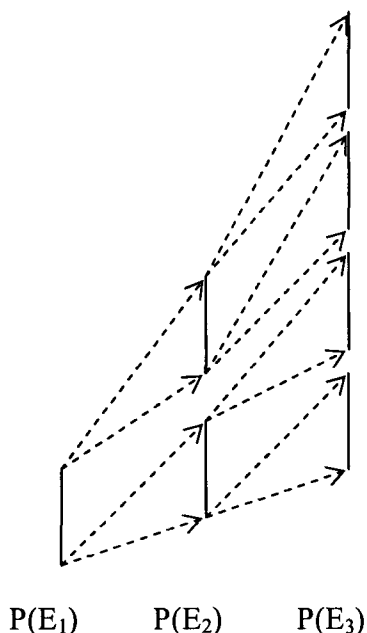
Amennyiben tehát a Delphi alkalmazása során elértük az egyéni stabilitást, a kapott értékeket véglegesnek tekinthetjük. Az integratív technika alkalmazásának indokaitól függően eltérő eredményekhez juthatunk és az értékelés szempontjából is különböző lehetőségek állnak rendelkezésünkre.

Ha a Delphi alkalmazásának az volt az indoka, hogy más tényezőket nem befolyásoló eseményekre a normális eloszlású sokaság átlagára adott konfidenciaszinten becsült intervallum a bizonytalanság szempontjából nem homogén, az eljárás lebonyolítása után két kimenetellel kell számolnunk; a vélemények közeledtek egymáshoz annyira, hogy az átlagra vonatkozó intervallumbecslés homogén tartományt eredményez, vagy ez nem történik meg. Az első esetben az intervallum bármely pontjával

reprezentálhatjuk a kiinduló valószínűséget. A második esetben eleve különböző forgatókönyvekkel kell számolnunk, ha a kérdéses eseményt olyan hatás éri, amely az intervallum egyes pontjait eltérő bizonytalansági tartományokba juttatja. Célszerű ezért a modellt az intervallum végpontjai által meghatározott kiinduló valószínűségekkel külön-külön lefuttatni, és tesztelni, hogy eltérő forgatókönyvekhez jutunk-e. Ne feledkezzünk meg azonban arról, hogy a becsült átlag intervallumának különböző pontjai, így a kiinduló valószínűségek nem az álláspontokban meglévő tendenciózus különbségeket, hanem az átlagra vonatkozó becslés pontatlanságát reprezentálják, ezért a különböző scenáriók is ebből adódnak.

Másik eset, ha az esemény befolyásoló hatással bír és a kiinduló valószínűségekre kapott mintaadatokból a sokaság normális eloszlására következtetünk. Ekkor, ha a Delphi futtatása során az intervallum remélhetőleg szűkülni fog. Elméletileg lehetséges, hogy a két végpontra külön-külön futtatjuk a modellt és megnézzük, hogy eltérő scenáriókhoz jutunk-e. Figyelembe kell vennünk azonban, hogy ez a lehetőségek meglehetősen nagy számához vezethet (5.3-8. ábra).

5.3-8. ábra: A valószínűségek módosulásának a lehetőségei egy háromelemű rendszerben



Az ábra három eseményt szemléltet, amelyekből az E_1 az E_2 -t, az E_2 pedig az E_3 -at befolyásolja. Ha valamennyi esemény kiinduló valószínűségét egy-egy intervallum végpontjai alapján határozzuk meg, láthatjuk, hogy az E_2 esemény módosított valószínűségére már négy értéket kapunk. Ez a négy érték az E_3 eseménynél már nyolc módosított valószínűséget eredményez. További jelentős burjánzást eredményez, ha egy eseményt több másik is befolyásol, mert ekkor a különböző intervallumok végpontjainak kombinációi egyenként, más-más értékre módosítják a kiinduló valószínűséget.

Az egyik megoldást az jelentheti, ha a lehetőségek számát úgy csökkentjük, hogy mindössze két verzióra futtatjuk a modellt. Az egyiknél valamennyi kiinduló valószínűséget az intervallum felső, a másiknál valamennyi kiinduló valószínűséget az intervallum alsó értékének feleltetjük meg. A másik, ennél számításigényesebb megoldás, ha a módosított valószínűség kalkulációja során a futtatás egyik verziójában

a bekövetkezést támogató eseményeknél a legmagasabb a gátló eseményeknél pedig, a legalacsonyabb érték alapján számolunk. Ekkor a támogató hatásokat privilegizálva egyfajta végletet kapunk. Az alapfuttatás másik verziójában a módosított valószínűségek számításánál valamennyi, a bekövetkezést gátló eseményt a legnagyobb, míg valamennyi támogató eseményt a legkisebb valószínűséggel vesszük figyelembe. Ezzel a gátló hatásokat privilegizálva a másik végletet kapjuk. Szemléltetésként tegyük fel, hogy egy esemény kiinduló valószínűségére becsült intervallum a $[0.5, 0.55]$ a $t=2$ időszakban. Ha az esemény módosított valószínűségét kalkuláljuk, négy újabb értéket kapunk. Tegyük fel, hogy ha az összes támogató hatást a befolyásoló eseményekre adott legmagasabb a gátló hatásokat, pedig a legalacsonyabb értékkel számoljuk, a $p=0.5$ kiinduló valószínűség $p=0.8$ -ra, a $p=0.55$, pedig 0.91 -re módosul. Ez olyan forgatókönyvet is eredményez, amelyben az eseményt bekövetkezettnek tekintjük, ha a küszöbérték 0.9 volt. Tegyük fel, hogy ha a gátló hatásokat privilegizáljuk, a $p=0.5$ kiinduló valószínűség $p=0.7$ -re a $p=0.55$ kiinduló érték, pedig $p=0.75$ -re módosul. A két futtatás során tehát négy módosított valószínűségi értéket nyertünk. Nézzük most azt az esetet, amikor ez az esemény egy olyan másikat befolyásol, amely bekövetkezési esélyét a $t=3$ időszakban vizsgáljuk. Ekkor, a módosítást az alábbiak szerint végezzük:

- Amikor támogató hatásokat privilegizáljuk, és az esemény támogató, a $p=0.91$ értékkel számolunk
- Amikor a támogató hatásokat privilegizáljuk és az esemény gátló, a $p=0.7$ értékkel számolunk
- Amikor a gátló hatásokat privilegizáljuk és az esemény gátló, a $p=0.91$ értékkel számolunk
- Amikor a gátló hatásokat privilegizáljuk és az esemény támogató, a $p=0.7$ értékkel számolunk.

Amennyiben az értékek mintaadoatok, és a sokaság nem normális eloszlású, a mintát olyan méretűre kell bővíteni, hogy az reprezentálja az eloszlást is. Ebben az esetben az intervallum helyett pontbecslésekkel célszerű tovább dolgozni. Ha a Delphi alkalmazása után az ilyen mintával arra a következtetésre jutunk, hogy a sokaság normális eloszlású lett, a kiinduló valószínűséget megjeleníthetjük a minta átlagával.

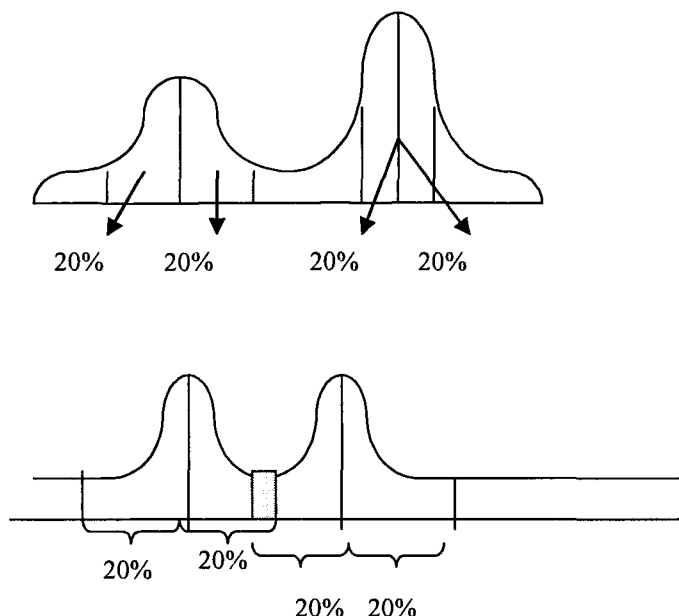
A fentiekől eltérő lehetőségeket jelent valószínűségek meghatározására nézve, ha az alapsokaság eloszlása a Delphi alkalmazása előtt nem volt normális, és annak lebonyolítása után sem vált azzá, vagy az alkalmazás előtt normális volt de a lebonyolítás után már nem. Ez utóbbi eset azonban a gyakorlatban nehezen képzelhető el, hiszen annak a feltételezését jelentené, hogy az eredeti álláspontokban nincsenek tendenciózus különbségek, ugyanakkor azok éppen az integrálás során alakulnának ki. Abban az esetben tehát, ha az eloszlás nem normális, az a korábban tárgyaltak alapján a véleményekben meglévő tendenciózus különbségek eredménye, így megfelel a forgatókönyvekkel szembeni várakozásoknak, ha a modellt külön-külön futtatjuk, egymástól különböző kiinduló valószínűségekkel. Arra nézve, hogy ezek mely értékeken alapuljanak, nem állíthatunk fel általános érvényű szabályokat, mert az eloszlások karakterisztikájára nézve nagyszámú lehetőség áll fenn. Néhány általános

kitétel azonban az elemző segítségére lehet az adott szituáció kezelésénél. Ezek a következők:

- Célszerű az adott esemény kiinduló valószínűségének alternatív értékeit úgy választani, hogy azok, illetve rendszerre gyakorolt hatásaik a fejlődés lehetőségeinek legnagyobb spektrumát fejezzék ki. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy egymástól minél távolabb eső értékeket kell választani, hogy az általuk generált forgatókönyvek a fejlődés szélesebb tartományát legyenek képesek feltárni. Igény esetén természetesen valamely köztes érték alapján is generálható szcenárió.
- Célszerű az értékeket úgy megválasztani, hogy azok az álláspontokban meglévő tendenciózus mintákat megtartva reprezentálják a megkérdezettek egy-egy, lehetőleg minél nagyobb csoportjának a véleményét.
- A közös álláspont kifejezésére nem célszerű a mediánt választani, hiszen az nem foglalja magában valamennyi értéket, és nem mond semmit az adatok abszolút elhelyezkedéséről. A klasszikus Delphi esetében a medián mellett alkalmazzák az interkvartilis távolságot, esetünkben azonban ez nem működik, hiszen a valószínűségeket módosító modell pontadatokkal dolgozik.
- Miután a módusz csak a leggyakrabban előforduló értékeket jeleníti meg, az átlag viszont valamennyit, több kiinduló valószínűség meghatározásánál nem célszerű bizonyos intervallumokat az egyik, míg másokat a másik paraméterrel kifejezni.

A felsorolt kitételeket szem előtt tartva, két alapverziót mutatunk be a kiinduló valószínűségek alternatív értékeinek meghatározására. Ezek reményeink szerint akár kombinálva alkalmazhatók a legtöbb eloszlás esetén. Az egyik verzió a többmódusú eloszlások esetében alkalmazható, amikor az egyes móduszok kellően távol vannak egymástól ahhoz, hogy alapul szolgáljanak az eltérő szcenárió változatok elkészítéséhez. Ekkor eljárhatunk úgy, hogy az egyes móduszoktól külön-külön felfelé és lefelé olyan intervallumokat képezünk, amelyek páronként a szakértők egyenlő, és együttesen azok relatíve nagyobb hányadának az állásfoglalását jelenítik meg. A „relatíve nagyobb hányad” kifejezés sajnos nem pontosítható, mivel az a móduszok számától függ. Amíg két módusz esetén az arány lehet 40-40%, három módusznál már a 30-30-20% is elfogadható. Az így kialakított intervallum valamennyi értékének reprezentálása céljából célszerű a módusz helyett az átlagot alkalmazni. Az intervallum kialakításának következtében megmarad a módusz által közvetített információ, hiszen a tartomány e köré épül fel. Amennyiben az intervallumok kialakítása nem lehetséges anélkül, hogy átfedjék egymást, fel kell adnunk a szakértők hányadára vonatkozó kitételből. Extrém esetben a kiinduló valószínűségek a móduszok értékei alapján is meghatározhatók (5.3-9. ábra).

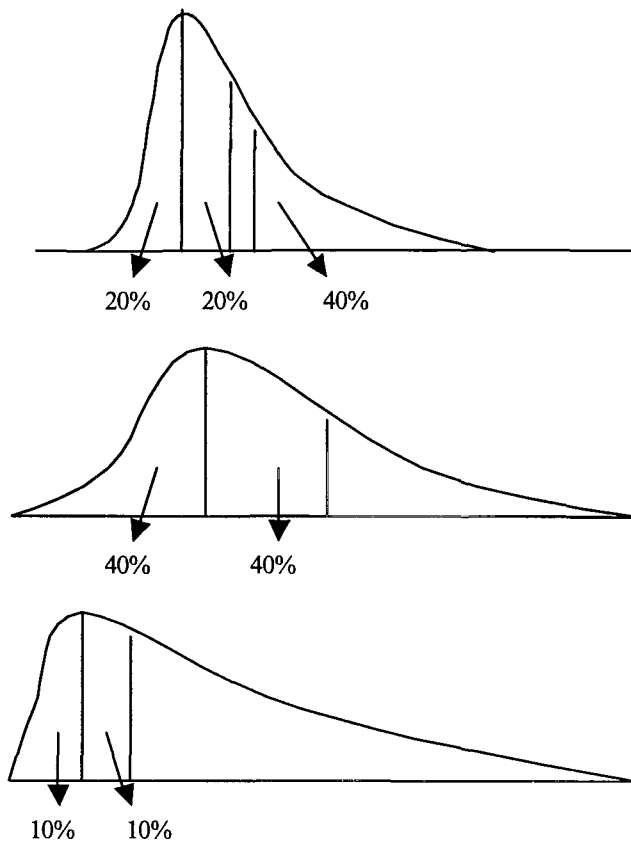
5.3-9. ábra: A kiinduló valószínűségek meghatározása bimodális eloszlás esetén.



Az ábra felső része azt a szituációt ábrázolja, amikor az eloszlás alapján lehetőségünk van a móduszok alatt és felett olyan intervallumok meghatározására, amelyek a szakértők becsléseinek 20-20%-át reprezentálják anélkül, hogy az intervallumok átfednék egymást. Ezzel, az egyes móduszokat középértéknek véve, két olyan tartományt alakítottunk ki, amelyek egyenként az adatok 40%-át tartalmazzák. Az intervallumok átlagát véve a móduszok, valamint az azok körüli becslések által képviselt információk is megjelennek. Az alsó esetben ez nem lehetséges, hiszen az adatok 20%-át reprezentáló, móduszok körüli intervallumok átfednék egymást. Így nem különíthetők el markánsan a nagyobb csoportok véleményei. Megjegyzendő, hogy az átlag csak akkor egyenlő a módusszal, ha az eloszlás az intervallumban szimmetrikus, ez azonban nem feltételezhető előre, így az előbbi használata kifejezőbb.

A másik alapverziót az a szituáció képezi, amikor az eloszlás ferde. Ebben az esetben nem célszerű a kiinduló valószínűséget a módusz értékével meghatározni, hiszen a szakértők nagyobb hányada szerint pozitív ferdeség esetén e fölött, negatív ferdeség esetén pedig ez alatt van az érték. A módusz által képviselt információ megtartásához azonban célszerű lehet itt is, mint középérték köré felépíteni egy olyan tartományt, amely a válaszadók közel akkora százalékát képviseli, mint az az intervallum, amely az ezzel szemben álló tendenciózus különbségeket reprezentálja. Ez utóbbi tartományban nem „csúcsosodik” az eloszlás, így jellemzésére egyedül az átlag alkalmazása célszerű, amely egyben maga után vonja ennek a paraméternek az alkalmazását a móduszt tartalmazó intervallumban is (5.3-10. ábra). Amennyiben a módusz, mint középérték nem alkalmas arra, hogy megfelelően nagy arányú álláspontot reprezentáló intervallumot határozzon meg, az elemző belátásán múlik a tartományok kijelölése.

5.3-10. ábra: A kiinduló valószínűségek meghatározása ferde eloszlás esetén.



A pozitív ferdeséget szemlélítve az ábra legfelső része azt az esetet mutatja, amikor a módusz köré felépíthető egy olyan intervallum, amely a szakértők 40%-ának az állásfoglalását reprezentálja. A szakértők 60%-a az intervallum értékeinél magasabbra becsüli a kiinduló valószínűség esélyét, így képezhető egy másik 40%-ot reprezentáló tartomány. Ezek átlagaival meghatározott kiinduló valószínűségek tehát a válaszadók 80%-ának állásfoglalását képviselik úgy, hogy megmarad a módusz által képviselt információ. A középső részben szemlélített esetben nem tudjuk az állásfoglalások nagy többségét (itt 80%-át) két intervallummal reprezentálni úgy, hogy azok közül az egyik a móduszhoz közeli állásfoglalásokat a másik, pedig az ennél magasabb értékeket fejezze ki úgy, hogy karakteresen megjelenítsük a véleménykülönbségeket. Az ábra legalsó részében illusztrált esetben pedig a módusz köré csoportosuló álláspontok a szakértők relatíve kis hányadának a véleményét fejezik ki, ezért a közelítés nem alkalmazható.

Végezetül szót kell ejtenünk a visszacsatolás során alkalmazott információk jellegéről. Említésre került, hogy a Delphi-nél alkalmazott forma általában statisztikai adatokat tartalmaz, emellett kiemelt szerephez jutnak a becslések indokai. Esetünkben feltételezzük, hogy az eltérések az esemény által megjelenített tényező jövőjének alakulására vonatkozó különböző véleményekből adódnak, amelyekben szerepet játszhat az, hogy a különböző társadalmi, szakmai csoportokat reprezentáló szakértők ismeretei nem fedik egymást teljes mértékben. Az információk célja ezért egyrészt egy olyan egységes ismeretanyag kialakítása, amely alapján a becslőknek egyformán lehetőségük nyílik a bekövetkezésbe vetett hitük megváltoztatására vagy fenntartására.

Másrészt, hogy az álláspontok érdemben ütközhessenek egymással, az információknak meg kell jeleníteni a mögöttük rejlő várakozásokat. Fontosnak tartjuk ezért, hogy a visszacsatolás során valamennyi becsült érték feltüntetésre kerüljön a becslés során figyelembe vett tényezőkkel, és a bekövetkezéssel kapcsolatos várakozások indoklásával együtt. Az alkalmazás során ez a következő lépésekkel biztosítható:

- Az első kör után a visszacsatolások jelenítsék meg a kapott adatok eloszlását, és főbb paramétereit (módusz, medián, átlag alsó-felső kvartilisek). Ennél többet nem célszerű követelni, hiszen az első kör egy egyszerű lekérdezés azért, hogy ahol elfogadhatók a statisztikai feldolgozás eredményei, ne kelljen a költségesebb és időigényesebb integratív technikát alkalmazni. Az információk megjelenítésére kiválóan alkalmazható a pontdiagram.
- A második kör becslésénél a szakértőket fel kell kérni azon tényezők felsorolására, amelyeket az érték meghatározásánál figyelembe vettek. Ez az egységes ismeretanyag kialakítását szolgálja.
- A harmadik és további körök becsléseinél a szakértőket fel kell kérni annak indoklására, hogy a többi értékkel szemben miért tartja fent vagy változtatja meg állásfoglalását. Azoknak a szakértőknek, akik a módusz-, vagy medián, közeli értékeket becsülik, az extrémításokkal szemben kell érveket felhozni, a szélső értékeket becslők esetében pedig az érvek arról kell, hogy szóljanak, mért nincsenek az értékek e lokális paraméterek közelében.

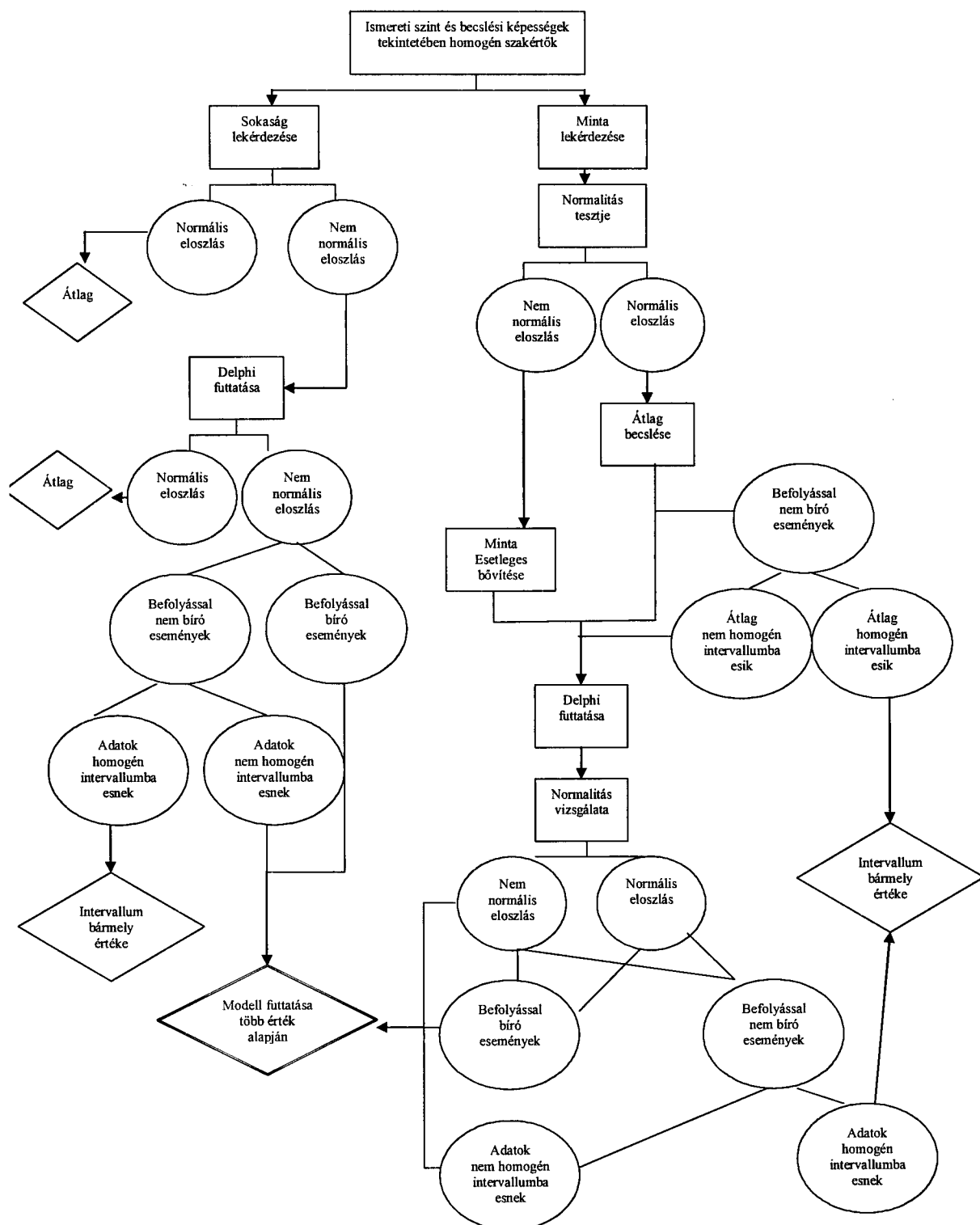
A modellben történő futtatás során hasonlóan járhatunk el ahhoz, amikor az átlag becsült intervallumaival dolgozunk. Ezenfelül, ahol a véleménykülönbségeket kettőnél több érték reprezentálja, ott ezekre külön forgatókönyveket építhetünk. A reprezentativitás megőrzése érdekében törekedni kell arra, hogy a Delphi alkalmazása során ne változzon meg a panelben résztvevők köre.

A következőkben a részletes elemzések megállapításait szem előtt tartva a kiinduló valószínűségek meghatározásának folyamatát egészben mutatjuk be.

5.3.5 A kiinduló valószínűségek meghatározásának folyamata

Az alkalmazás céljára kidolgozott folyamatot mutatja be a következő ábra

5.3-11. ábra: A kiinduló valószínűségek meghatározásának folyamata.



A folyamat az ismereti szint és a becslési képességek tekintetében homogén szakértői kör összeállításával kezdődik. Ezt követően a lépések különböznek attól függően, hogy az adatokat a szakértők teljes sokaságától, vagy annak egy mintájától kérdezzük le.

Ha az adatokhoz a teljes sokaságot lekérdeztük, megállapítható hogy azok eloszlása normális-e vagy sem. Normális eloszlás esetén a vélemények reprezentálhatók az átlaggal. Mindemellett ha az elemzők a szórást nagynak értékelik, dönthetnek a Delphi alkalmazása mellett. Ha az eloszlás nem normális, célszerű a Delphi-t lefolytatni a vélemények integrálásához.

A Delphi lefolytatása során a sokaság eloszlása normálissá válhat. Ekkor a kiinduló valószínűsége az átlag használható. Ha az eloszlás továbbra sem normális, külön kell vizsgálni a befolyással nem bíró és a befolyással bíró eseményeket.

- A befolyással nem bíró eseményeknél tesztelhető az eloszlás tartományának homogenitása. Homogén intervallum esetén a kiinduló valószínűséget az intervallum bármelyik pontja reprezentálhatja. Amennyiben az intervallum nem homogén, a modellt futtatni kell a véleményeket kategorikusan reprezentáló értékek alapján.
- A befolyással bíró eseményeknél a modellt futtatni kell a véleményeket kategorikusan reprezentáló értékek alapján.

Ha az adatok mintából származnak, először meg kell győződnünk arról, hogy az alapsokaság eloszlása normális-e.

Normális eloszlás esetén az átlagra intervallumbecslést végezhetünk.

- Ha az intervallum olyan eseményhez kötődik, amelyik egyetlen másikat sem befolyásol, az intervallumot tesztelhetjük a homogenitás szempontjából. Homogén intervallum esetén a kiinduló valószínűséget annak bármely pontjával reprezentálhatjuk. Nem homogén intervallum esetén célszerű Delphi-t alkalmazni az adatok közelítése érdekében. A Delphi lefolytatása után újabb becslés végezhető az átlagra. Ha az adatok ekkor homogén intervallumba esnek, a kiinduló valószínűség reprezentálható annak bármelyik pontjával. Ha az intervallum nem homogén, a modellt célszerű külön-külön futtatni a végpontok értékeire.
- Ha a befolyással bíró eseményeknél átlag intervalluma meghaladja azt az értéket, amelyet a módosító hatásoknál figyelembe veszünk, célszerű a szűkítés érdekében Delphi-t alkalmazni. Ezután az intervallum végpontjaira külön-külön kell a modellt futtatni.

Nem normális eloszlás esetén a mintát olyan nagyságúra kell bővítenünk, hogy arról feltételezhessük, reprezentálja a sokaság eloszlását. Ezután célszerű a Delphi-t lefolytatni a vélemények integrálására.

- Befolyással nem bíró eseményeknél, ha azok homogén intervallumban vannak, a kiinduló valószínűség annak bármely pontjával reprezentálható. Ha az intervallum nem homogén, a modellt külön-külön futtatni kell a véleményeket kategorikusan reprezentáló értékek alapján.
- Befolyással bíró eseményeknél a modellt külön-külön kell futtatni a véleményeket kategorikusan reprezentáló értékek alapján.

Megjegyzendő, hogy az első lekérdezés után azokra az eseményekre nézve, amelyek valószínűségei kapcsolatban állnak egymással és a kapott adatok inkonzisztensek, szintén a Delphi alkalmazása javasolt.

5.4 Az események között fennálló kapcsolatrendszer definiálása

Az alkalmazás során, az események közötti kapcsolatok egyrészt a forgatókönyveket generáló modell hatásfaktorain, másrészt a befolyásoló események valószínűségein keresztül jutnak érvényre. A kapcsolat felmérése mindkét esetben annak a megválaszolását jelenti, hogy hogyan változik az adott esemény bekövetkezési esélye, ha egy vagy több másik esemény hatását is figyelembe vesszük, azok meghatározott bekövetkezési valószínűségei mellett. Mindez a kiinduló valószínűségek meghatározásához hasonló igényeket támaszt a technikai lebonyolítással szemben, hiszen ugyanúgy valószínűségek becslésére vonatkozik. A különbség részben abból adódik, hogy a kiinduló valószínűségeknél a modellbe foglalt eseményeken kívüli, a kapcsolatok meghatározásánál pedig azon belüli tényezőket kell figyelembe venni. Ez utóbbi esetben a befolyásoló tényezők valószínűsége előre definiált, amely megszünteti a lehetséges állapotokra vonatkozó állásfoglalásokban meglévő különbséget, csökkentve ezzel a becsült adatok diverzitását. Másrészt, az egyes események kiinduló valószínűségeiben nem jelent meg a többi, modellbe foglalt tényező hatása, így a válaszadónak nem kellett rendelkeznie a rájuk vonatkozó ismeretekkel. Ezzel szemben a két, vagy több esemény közötti hatások vizsgálatához a szakértőnek jártasnak kell lennie mindegyik tényező területén, ami leszűkítheti a vizsgálandó sokaságot. Az említett különbségek ugyanakkor nem jelentenek eltérő módszertani kritériumokat, így továbbra is használhatók a statisztikai valamint integratív eszköztárak. Megjegyezzük, hogy ha egy esemény-pár vonatkozásában több hatásfaktorral dolgozunk, növeljük a lehetséges forgatókönyv változatok számát. Emellett számolnunk kell azzal is, hogy a különböző területek egymásra hatásának vizsgálatánál kisebb szakértői kör áll rendelkezésünkre, hiszen a válaszadónak ismerni kell a különböző események által megjelenített összes területet. Megfontolandó ezért, hogy a Delphi helyett olyan integratív technikát alkalmazzunk (például a konszenzust tárgyalás útján biztosító módszer), amely eredményeként nagyobb az esélyünk arra, hogy egyetlen értéket kapunk. A konszenzus nyilvánvaló hiánya esetén, pedig alapozhatunk eltérő forgatókönyveket az egyes értékekre.

5.4.1 A hatásfaktorok meghatározásának módja

A korábban leírtak alapján az elsőrendű hatások az esemény-, és időszak-párokra vonatkozó faktorok útján érvényesülnek. Ezeknek a hatásfaktoroknak a megállapításához ismernünk kell a befolyásolt esemény kezdeti (hatás előtti), az erre vonatkoztatott módosított (hatás utáni) valamint a hatást gyakorló esemény valószínűségeit. Az adatok részben rendelkezésre állnak, hiszen a befolyásolt esemény kezdeti valószínűségének, illetve a befolyásoló esemény bekövetkezési esélyének tekinthetjük a kiinduló valószínűségi értékeket. Így például tegyük fel, tudjuk, hogy E_1 esemény kiinduló valószínűsége a t_2 időszakban $P_2(E_1)=0.5$, és E_2 kiinduló valószínűsége a t_3 időszakban $P_3(E_2)=0.5$. Ezeket az adatokat az előzőekben leírt

módszerek alapján kaptuk. Az a_{21}^{32} faktor, amely annak a hatásnak az erejét jeleníti meg, amelyet az első eseménnyel kifejezett tényező fejt ki a második időszakban, a második eseménnyel kifejezett tényező harmadik időszakbeli állapotára, egyszerűen megállapítható, ha választ kapunk arra a kérdésre, hogyan változik a második esemény valószínűsége a harmadik időszakban, ha figyelembe vesszük, hogy az első esemény bekövetkezési valószínűsége a második intervallumban 50%.

A problémát ezzel a közelítéssel kapcsolatban az okozza, hogy a számításokhoz figyelembe vett kiinduló valószínűségek adottak, így limitált a hatások kifejezhető erőssége. A példánál maradva, ha az E_1 esemény támogató hatást gyakorol, és a hatás maximális mértékét szeretnénk kifejezésre juttatni, a feltett kérdésre azt válaszoljuk, hogy a harmadik időszakban E_2 bekövetkezési esélye 99.99%-ra változik (az 1 érték technikai okokból nem adható meg, de végtelenül kis környezettel közelíthetjük). Lehetséges azonban, hogy E_1 hatása olyan erős, hogy már $P_2(E_1)=0.1$ esetén is azt eredményezi, hogy az E_2 a bekövetkezéshez végtelenül közeli állapotba kerül; $P_3(E_2)=0.9999$. Ez viszont nem fog megjelenni az eredeti értékekkel számolt hatásfaktorokban, hiszen ott a befolyásoló esemény 50%-os bekövetkezési esélye szükséges a bekövetkezés kiváltásához. A felvetés realitását az adja, hogy befolyásoló események valószínűsége módosulhat a hatás előtt, például $P_2(E_1)$ lecsökkenhet a 0.1 értékre valamilyen hatás miatt, amely az első időszakban érte E_1 -et.

A másik oldalról a kölcsönhatás elemzés technikáinál a hatásokat általában a befolyásoló események bekövetkezéséhez rendelik, illetve ezek alapján határozzák meg. Ennek okai között feltehetően az is szerepet játszik, hogy a válaszadó szakértők becsléseit könnyíti, ha egy történés hatását kell megítélniük, nem a történésre való esély hatását.

A fenti problémák a kölcsönhatás elemzés technikák egyik alapvető jellegzetességének figyelembevételével kezelhetők, amely szerint a futtatás során hatásfaktorok nem változnak sem a befolyásoló, sem a befolyásolt események valószínűségeitől függően. Ennek alapján nem rontjuk le a forgatókönyvek generálására kidolgozott eljárás értékét a kölcsönhatás elemzés vizsgált modelljeivel szemben, ha lehetővé tesszük a szakértők számára, hogy a tényleges kiinduló adatoktól eltérő, hipotetikus értékekre végezzék el a hatások becslését, majd az így kapott faktorokat alkalmazzuk a tényleges adatokra. A hatásfaktorok meghatározásához alkalmazott formula így

gátló hatás esetén:

$$a_{ij}^{tk} = \frac{1 - \log_{P^*_i(E_i)} P_t^{M^*}(E_i)}{P^*_k(E_j)} \quad (5-4.)$$

támogató hatás esetén:

$$a_{ij}^{tk} = \frac{1 - \log_{P^*(E_i)} P_t^{M^*}(E_i)}{P^*(E_j) \log_{P^*(E_i)} P_t^{M^*}(E_i)}$$

(5-5.)

ahol a P^* a becsléshez feltételezett kezdeti, a P^{M^*} pedig az ezeken alapuló módosított valószínűségeket jelenti. Praktikusan, mindez lehetővé teszi, hogy a hatások elsődlegesen a „kényelmesebben” becsülhető szituáció alapján kerüljenek megállapításra, és csak az azoknál nagyobb befolyásoló erő esetén kelljen a nehezebben elképzelhető esetekkel számolni. Vegyük figyelembe, hogy a támogató hatások esetén a legnagyobb hatóerőt az képviseli, ha a befolyásoló esemény valószínűségének a nullától való végtelen kis eltérése következtében, a befolyásolt esemény a nullához végtelenül közel álló bekövetkezési esélye a biztos bekövetkezést jelentő 1 értékhez kerül közel. Gátló hatásnál pedig, a befolyásoló esemény valószínűségének a nullától való végtelen kis eltérése esetén a befolyásolt esemény bekövetkezési esélye a biztos bekövetkezéshez végtelenül közeli állapotból a be nem következéshöz ugyanilyen közeli állapotba kerül át. Ennek megfelelően, a hatások felmérésénél elindulhatunk a kisebb hatóerőt feltételező, kényelmesebben becsülhető állapotoktól, és csak akkor közelítünk a jellemzett, legmagasabb hatás felé, ha az előbbiek nem fejezik ki a maximális erősséget. A hatás erősségének becsléséhez használt kezdeti valószínűségek tetszőlegesek lehetnek. A gyakorlati alkalmazás során például kiindulhatunk abból „kényelmesnek” ígérkező szituációból, amikor a befolyásoló esemény bekövetkezési esélye 100%, és a befolyásolt esemény valószínűsége $P=0.5$. Amennyiben a becsült módosított valószínűség végtelenül kis mértékben közelíti az 1-et támogató hatás esetén, új becslést kérhetünk arra az esetre, ha a befolyásolt esemény kezdeti értéke 0-hoz végtelenül közel áll. Amennyiben a módosított valószínűség még mindig eléri a biztos bekövetkezéshez közeli tartományt, a következő kérdés vonatkozhat a befolyásoló esemény alacsonyabb értéke által jellemzett szituációra, közelítve a fent említett állapotot, amelyben a legerősebb hatás fejeződik ki. Gátló hatás esetén ugyanígy járhatunk el, csak további kérdéseket a módosított valószínűség a biztos be nem következéshöz közeli állapot indukálja. A hatásfaktorok meghatározásához feltehető kérdések és a számításuk gyakorlati illusztrációja megtalálható a B.3 függelékben.

5.4.2 A több időszakon keresztül jelentkező hatások kezelése

A forgatókönyvek generálására kidolgozott, valószínűségeket módosító modell lehetővé teszi, hogy valamennyi időszak-pár vonatkozásában külön-külön fogalmazzuk meg a hatásfaktorokat. Ennek alapján kezelhetővé válnak azok a kapcsolatok is, amelyeknél egy esemény által megjelenített tényező állapota egy időszakban nem csak a közvetlenül rákövetkező intervallumban hat a többi elem állapotaira, hanem azon túlmutatóan is. A modell gyakorlati alkalmazása során ügyelnünk kell az egy időszakon túlmutató hatások kezelésére, hogy azok a becslés során ne keveredjenek a csak egyetlen intervallumon jelentkező hatással.

A problémát egy egyszerű példával megvilágítva: joggal feltételezhetjük, hogy egy állami lakástámogatási rendszer, például hitelkamatok vagy kockázat meghatározott mértékű átvállalása, támogató hatással bír az ingatlanpiac keresleti oldalára, így a lakásépítésekre. A kapcsolatot megfogalmazhatjuk úgy, hogy a lakástámogatási politika bevezetésének esélye növeli a valószínűségét annak, hogy az új lakások építése meghalad egy forintban, darabba esetleg területben megadott értéket.^a Amennyiben egy három periódusból álló időhorizontot vizsgálunk, és a hatást úgy fogalmazzunk meg, hogy az csak a közvetlenül következő időszakban jelentkezik, az alábbi lehetőségekkel számolhatunk:

- Az első időszakban van esély arra, hogy a lakástámogatási politikát alkalmazzák, így a második időszakban megnövekszik a valószínűsége annak, hogy az új lakások építése meghaladja a definiált küszöböt. A második intervallumban szintén van esély a támogatási politika alkalmazására, így a harmadik intervallumban is emelkedik az új lakások építésére vonatkozó küszöbérték elérésének az esélye.
- Az első időszakban van esély a lakástámogatási politika alkalmazására, de a másodikban nincs. Ennek megfelelően, a második időszakban emelkedik a küszöbérték elérésének esélye az építések terén, a harmadik időszakban viszont változatlan marad.
- Az első időszakban nincs esély a támogatási politikára, de a másodikban már igen, így az adott építési érték átlépésének esélye csak a harmadik időszakban emelkedik.

Ezzel szemben, ha valamennyi időszak-pár vonatkozásában feltételezünk hatásokat, a hatásfaktorokat az első és második, első és harmadik, valamint a második és harmadik intervallumok viszonyaira határozzuk meg. Ekkor a fenti esetek a következőképp módosulnak:

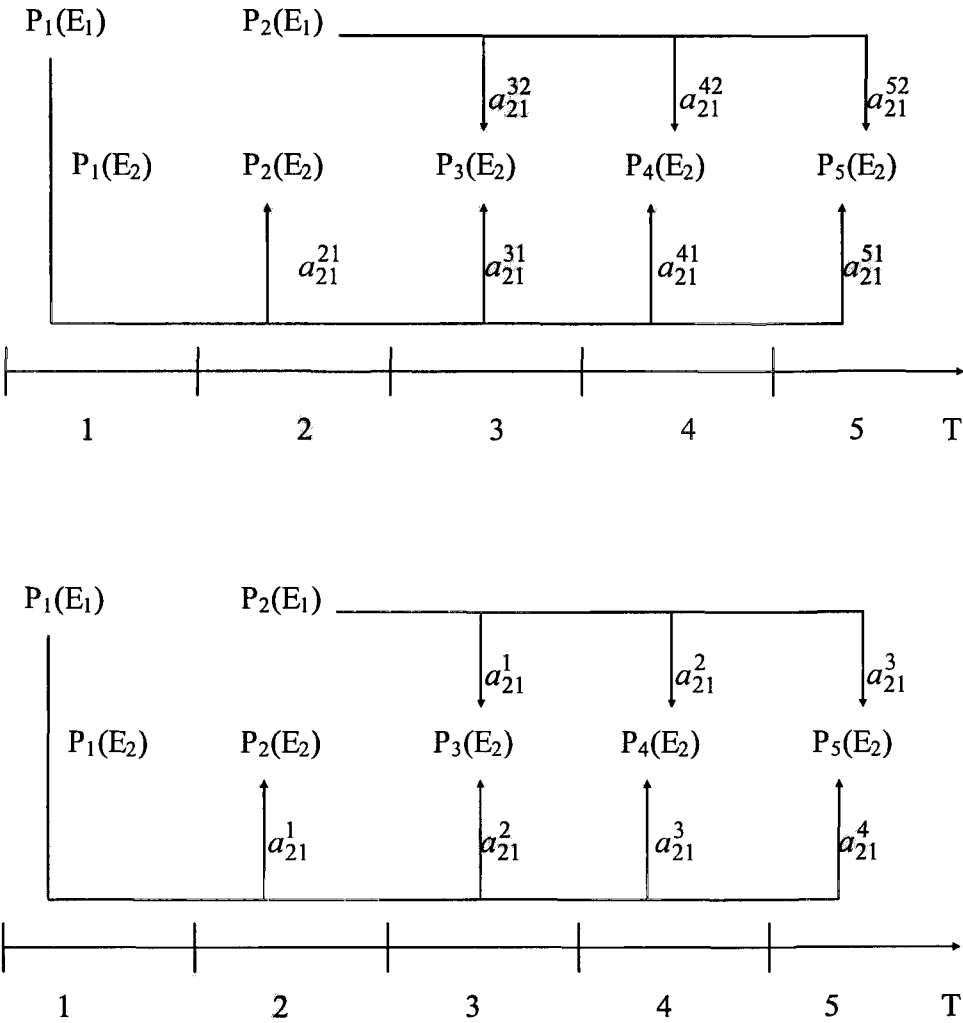
- Ha az első és a második időszakban egyaránt van esély a lakástámogatásra, az építési érték elérésének esélye emelkedik a második és harmadik időszakban is az első intervallum hatására, majd még tovább emelkedik a harmadik időszakban a második intervallum hatására.
- Ha a támogatásra csak az első időszakban van esély, az építési érték elérésének valószínűsége a második és a harmadik intervallumban is emelkedni fog.
- Ha a támogatásra csak a második időszakban van esély, az építési érték elérésének valószínűsége csak a harmadik időszakban emelkedik.

A gyakorlati alkalmazás során a fentiek mellett számolnunk kell azzal, hogy mennyiségében nagy becslési igényt jelent, ha a hatásfaktorokat valamennyi periódus-pár vonatkozásában meg szeretnénk határozni. T periódusnál és N eseménynél a lehetséges kapcsolatok száma $N^2 \cdot [(T-1) + (T-2) + \dots + 1]$, amely egy 5 eseményből álló rendszer 10 periódusból álló időhorizonton történő vizsgálatánál elvileg 1125 hatásfaktort jelent, szemben az egy időszakkal dolgozó kölcsönhatás technikák 25-ös

^a Az intervallumok hosszának megállapításánál és az események megfogalmazásánál figyelembe kell venni, hogy egy időszakon belül nem juttathatók érvényre a hatások. Így például az építésekre vonatkozó esemény megfogalmazható úgy, hogy az átadott lakások négyzetméterben meghaladnak egy értéket, az intervallumok hossza pedig azzal az idővel, amely az építéshez szükséges.

számával. A probléma kezelésére a faktorok definícióját nem az időszak-párok, hanem a hatás érvényre jutásának hossza alapján célszerű értelmezni. Ebben az esetben feltételezzük, hogy egy közvetlenül a következő időszakra vonatkozó hatás ereje változatlan marad, bármelyik időszakban is jut érvényre. Hasonlóképpen, ha a tényező hatása két intervallumon keresztül is jelentkezik, feltételezzük, hogy a hatás erőssége nem változik attól függően, hogy melyik időszakra vonatkoztatjuk, és így tovább. Praktikusan ez azt jelenti, hogy adott esemény-párra vonatkozóan valamennyi a_{ij}^{tk} -t egyenlőnek tekintünk, ahol a (t-k) érték ugyanaz. (5.4-1. ábra). Ehhez azonban biztosítanunk kell, hogy az időperiódusok egyenlő hosszúak legyenek.

5.4-1. ábra: A becslési igény hatásfaktorok értelmezéséből adódó csökkentési lehetősége



Az ábra felső részében a faktorokat valamennyi időszak-pár vonatkozásában, míg az alsó részben a hatás időtartama szerint fogalmaztuk meg.

A hatásfaktorok meghatározásánál a javasolt eljárást alkalmazva az előző pontban definiált és B.3 függelékben szemléltetett kérdések a következőkkel egészülnek ki:

- A szakértőknek választ kell adniuk arra a kérdésre, hogy hány intervallumon keresztül jut érvényre a leghosszabb ideig tartó hatás.
- A faktorok meghatározásánál a befolyásolt események módosított valószínűségeit időszakonként úgy kell megbecsülniük, hogy ha a befolyásoló események kezdeti valószínűségeit az első periódusra adjuk meg, meghatározzák a módosított értékeket a második, harmadik, és további időszakokban egészen addig a periódusig, amelyre a leghosszabb ideig tartó hatás még befolyással van.
- Az így nyert hatásfaktorokat a hatás hossza alapján értelmezzük, azaz a valószínűségeket módosító modellben, egy esemény-párra vonatkozóan valamennyi faktort, amely egy időszak és például az azt kettővel követő időszakot jellemzi az első és harmadik periódus alapján számolt értékkel tesszük egyenlővé.

Ezzel a becslési igény maximális értéke $N^2 \cdot L$, ahol L azon periódusok számát jelöli, amelyekben a leghosszabb ideig tartó hatás érvényre jut. Az előző példánál maradva, ha a leghosszabb hatás három perióduson keresztül jut érvényre, az 1125 helyett maximum 75 érték becslésére van igény (ha valamennyi hatás érvényre jut három perióduson keresztül). Az eljárás így a becslési igény csökkentése mellett lehetővé teszi az összes, több időszakon keresztül jelentkező hatás érvényre jutását, a faktorokra vonatkozó egyenlőségi feltevés pedig, a modell alkalmazása során feloldható a kivételek értékeinek önkényes változtatásával (lásd következő pont).

5.4.3 *A hatások kezelése a valószínűségi értékek önkényes változtatásával*

Az értékek meghatározásának „önkényes” volta esetünkben nem a konzisztenciából és egyéb tényezőkből fakadó korlátok figyelmen kívül hagyását jelenti, hanem azt, hogy a módosított értékeket nem a modell alapján származtatjuk. Erre az eljárás lehetőséget biztosít, hiszen ha bármelyik periódusban felülírjuk a modell által számított valószínűségi értéket vagy hatásfaktort, a későbbi időszakok értékei már ezek alapján kerülnek kiszámításra. Mindez lehetőséget biztosít a valószínűség eloszlást megjelenítő események kezelésére.

Mint azt már leírtuk, ilyen eseményekkel leginkább akkor kell számolnunk, ha azok egy változó lehetséges értékeinek különböző intervallumait jelenítik meg. Tekintve, hogy a befolyás magát a változót éri, a hatás eredménye több intervallumra is vonatkozhat. A problémát az jelenti, hogy a valószínűségeket módosító formula e szempont szerinti tökéletlensége folytán nem alkalmas arra, hogy az egyes intervallumokat megjelenítő események valószínűségeit a konzisztencia fenntartására megfogalmazott igény figyelembevételével módosítsa. A szemléltetéshez kanyarodjunk vissza, a 3.1.1 pontban található (3.1-2. ábra)-hoz, amely az intervallumokhoz kapcsolódó valószínűségek kérdését a hőmérséklet változásával illusztrálja. Az ábrából láthatjuk, hogy az egyes kategóriák három eseménnyel jeleníthetők meg, nevezetesen:

E_1 =a hőmérséklet a 0°C illetve a feletti és 15°C alatti tartományba esik

E_2 = a hőmérséklet 15 - 25°C tartományba esik

E_3 = a hőmérséklet a 25°C feletti és 40°C illetve az alatti tartományba esik

A kiinduló esetben a már megszokott jelöléseket alkalmazva:

$$P_1(E_1)=0.3,$$

$$P_1(E_2)=0.4,$$

$$P_1(E_3)=0.3 \text{ volt.}$$

A példát némi átalakítással folytatva, amennyiben erős melegfront érkezik, ezáltal felmelegedéssel kell számolnunk, ami a lehetséges hőmérsékleti értékek következő módosulásával járhat:

$$P_2(E_1)=0.1,$$

$$P_2(E_2)=0.6,$$

$$P_2(E_3)=0.3.$$

Amennyiben nem érkezik melegfront, biztosak lehetünk benne, hogy megindul az évszaknak megfelelő lehűlés, így az értékek a következőképp valószínűsíthetők:

$$P_2(E_1)=0.3,$$

$$P_2(E_2)=0.6,$$

$$P_2(E_3)=0.1.$$

Láthatjuk, hogy a befolyásoló tényező megjeleníthető egyetlen eseménnyel, a melegfront érkezésével. Ez az esemény a különböző valószínűségeitől függően ugyan, de mindhárom esemény bekövetkezési esélyére hatással van. Megtehetnénk, hogy valamennyi relációt hatásfaktorokkal kezelünk, azonban számolnunk kell a módosító formula 4.3 pontban tárgyalt nem szimmetrikus voltával, ami itt azt jelenti, hogy a melegfront érkezésének adott valószínűsége mellett, (például bekövetkezése vagy be nem következése esetén) nem annyival fogja csökkenteni az E_1 vagy E_3 bekövetkezési esélyét, amennyivel E_2 -ét megnövelte. Mindez inkonzisztenciához fog vezetni, ha biztosan tudjuk, a hőmérséklet minden esetben 0°C és 40°C között lesz.

A probléma kezeléséhez a valószínűségi értékek önkényes változtatása szolgálhat alapul. Ebben az esetben a hatások becslésének folyamatában mindössze a szakértők által becsült értékekre vonatkozó konzisztencia kritériumoknak kell megfelelni. A konzisztencia további fenntartásának feladatai a modell futtatása során jelentkeznek, a módosított értékek felülírása formájában úgy, hogy azok megfeleljenek a feltételeknek. Mindez a felülírásra vonatkozó előzetes koncepció kidolgozását igényli, amely formálódhat a befolyásoló események vagy valószínűségük alakulásának függvényében. Amennyiben az előző példánál maradva felülírásra van szükség, koncepció szerint alakíthatjuk az alacsony és magas hőmérséklet intervallum valószínűségeit, ha az egymáshoz viszonyított arányait a melegfront valószínűsége alapján határozzuk meg.

5.4.4 Egyéb lehetőségek a hatásfaktorok kezelését illetően

A valószínűségek mellett az eljárás a hatásfaktorok önkényes változtatását is lehetővé teszi, hiszen ha az bármelyik időszakban módosul, a későbbi intervallumok módosított értékei ennek figyelembevételével határozódnak meg. Ezzel a modell alkalmassá válik arra, hogy a kapcsolatrendszer változása alapján generáljon forgatókönyveket. A hatások becslésénél így a valószínűségek becsléséhez hasonló módon lehetőség van a szakértők, megosztó minta alapján elkülönülő véleményeinek kezelésére.

Az eljárás iteratív voltából adódóan továbbá lehetőség van arra, hogy egy esemény különböző valószínűségeihez különböző hatásfaktorokat definiáljunk, hiszen egy időszak értékeinek számításánál tisztában vagyunk a korábbi időszakok valószínűségeivel. Modellezhetővé válik tehát az az eset, amikor egy esemény valószínűségének változása a kapcsolatokra, vagyis a struktúra alakulására is hatással van az egyes tényezők állapota mellett.

5.5 Összegzés

A fejezet a forgatókönyveket generáló modell input adatainak előállítására szolgáló módszertan meghatározásával illetve kidolgozásával foglalkozik. Kiindulópontként a szcenárió írás folyamatának technikától független, általánosítható lépései alapján rendelkezésre álló információkat tekintjük, amelyekből a tárgyalt módszerek alkalmazásával előállnak az események kiinduló valószínűségei, illetve a kapcsolatrendszert megjelenítő hatásfaktorok. A metodológia alkalmas arra is, hogy meghatározhatók legyenek azok az események vagy kapcsolatok, amelyekre nézve a szakértők véleményei megosztottak, így különböző forgatókönyvek alapjait képezhetik. A téma feldolgozása során a szerző saját eredményeinek tekinthetők:

- Az események meghatározása során azok kapcsolhatóságának kritériumrendszere
- Azon események meghatározásának módszere, amelyeket a modellen belül célszerű kezelni
- A kiinduló valószínűségek meghatározásának folyamata
- A statisztikai feldolgozás alkalmazhatóságára vonatkozó tesztelési eljárás az olyan eseményeknél, amelyek nem befolyásolnak más tényezőket
- A Delphi alkalmazhatóságának vizsgálata a feldolgozott irodalom alapján, az eljárás alkalmazási módja, eredményeinek értelmezése, és felhasználása,
- A hatásfaktorok meghatározásának módja, a becslési igények csökkentésének lehetősége

További kutatási területek adódnak a szakértők válaszadás szempontjából elfogadható sokaságának kialakítása tekintetében.

6 Összegzés, eredmények

A következőkben a dolgozat eredményeit foglaljuk össze.

Egy terület jövőbeli fejlődésének előrejelzésére alkalmazott extrapoláción, vagy nem dinamikus modelleken alapuló technikák kudarcot vallanak akkor, ha a vizsgált rendszer kapcsolati hálója, az elemek megjelenési formái az időben változhatnak, ha a komplexitásból adódóan, a rendszeren belül generálódhatnak olyan folyamatok, amelyek új struktúrát eredményeznek, ha korábban meghatározó tényezők elveszíthetik szerepüket, illetve új rendszerelemek jelenhetnek meg. A problémát az okozza, hogy ezekben az esetekben nem biztosított, hogy a jövőben is érvényesek lesznek a múlt fejlődési tendenciái és kapcsolatrendszere. A fent említett eljárások ugyanakkor erre alapozzák a következtetéseiket. Bemutattuk, hogy az ember alkotta társadalmi-, gazdasági-, politikai rendszerek ebbe a kategóriába tartoznak. Az ilyen rendszerek esetében meghatározó szerep jut az egyének vagy csoportok döntéseinek, amelyekben helyet kapnak a jövőre vonatkozó várakozások.

A fejlődési lehetőségek vizsgálata szempontjából alternatívát kínál a forgatókönyveken keresztül történő elemzés, amely több lehetséges fejlődési irányt tár fel a rendszerben végbemenő, konzisztensnek feltételezhető változások alapján. A scenáriókat egyaránt használják a globális jövőkutatási, a regionális-, és ágazati fejlesztési, valamint a vállalati stratégiaalkotási projekteknél. A módszertannal foglalkozó irodalom áttekintése alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy teljes egészében egyetlen módszer sem fedi le azokat a feltételeket, amelyek az előző bekezdésben leírt rendszerjellemzőkből fakadnak. Mindez teret hagy a módszertani fejlesztés számára. A scenáriók készítésének különböző irányzatait összevetve, a kölcsönhatás elemzésre alapuló technikák fejlesztése látszik a legígéretesebbnek, mert itt lehetőség van a terület komplexitásának a feldolgozására, és emellett támogatást nyer az intuitív logika alkalmazása is.

A fejlesztéshez kidolgoztuk az esemény alapú forgatókönyvek készítésének olyan koncepcióját, amely a vizsgált időhorizontot rövidebb, nem szükségszerűen egyenlő periódusokra bontja és a rendszert a speciális állapotokat leíró események valószínűségeivel jeleníti meg. Az egyes periódusokban az események valószínűsége a kölcsönhatásokat nem tartalmazó kiinduló értéktől, valamint az összes korábbi időszak hatásától függ. A koncepció lehetővé teszi, hogy a rendszert külső hatások érhék. A külső hatások származhatnak a társadalmi szereplőket képviselők akcióiból, amelyeket a rendszer fejlődését látva tesznek meg. A forgatókönyveket a bizonytalan, de a rendszerre nagy hatást gyakoroló tényezők eltérő fejlődési iránya, valamint a valószínűségi értékekre vagy a struktúrára vonatkozó eltérő előfeltevések alapján generáljuk úgy, hogy az eseményeket bekövetkezettnek tekintjük azokban a periódusokban, ahol hatásokat is tartalmazó valószínűségük meghalad egy előre definiált értéket. Megállapítottuk, hogy a koncepció megfelel az előzőekben bemutatott rendszer jellemzőiből fakadó kritériumoknak. Bemutatásra került a forgatókönyvek e koncepción alapuló elkészítésének teljes folyamata.

A publikált eljárásokat elemezve megállapítható, hogy a scenáriók készítésének egyedi, nem általánosítható lépéseit, a forgatókönyveket generáló eljárás alkalmazása, illetve az ehhez szükséges input adatok előállítása jelentik. A generáló modellel kapcsolatban megfogalmazásra került az a feltételrendszer, amely a koncepcióval szemben fennálló kritériumokból fakad. Az alkalmazásban lévő kölcsönhatás elemzési modelleket ennek a feltételrendszernek az alapján elemeztük és megállapítottuk, hogy nem létezik olyan eljárás, amely teljes egészében kielégítené azt. Továbbfejlesztésre két technika, Turoff és Kane modellje a legalkalmasabb, amelyek közül az utóbbit választottuk, mert itt lehetőség van arra, hogy az eltérő területekhez kapcsolódó események valószínűségeit különböző szakértők becsüljék. Az eredeti modell trendek transzformált értékeivel számol, és továbbra is az időt tekinti független változónak. Problémát jelent, hogy a kölcsönhatásokban mindössze az első időpont értékeit veszi figyelembe, és a hatóerőt megjelenítő faktorok definiálása önkényesen, skálaértékekkel történik. A továbbfejlesztett modellben, amelyet események valószínűségi értékeire alkalmaztunk, kiküszöböltük az időt mint változót, ezzel lehetővé válik az egymástól eltérő hosszúságú periódusok kezelése. A modellt úgy alakítottuk át, hogy az egyes periódusokban megjelenjen valamennyi korábbi időszak, kapcsolatokból eredő hatása. A hatóerőt kifejező faktor önkényességét és a skálaértékből adódó korlátozottságát feloldottuk úgy, hogy az egy-egy hipotetikus állapot feltételezett valószínűségei alapján határozódik meg. A valószínűségeket úgy definiáltuk, hogy a modell képes egyszerre kezelni az ismétlődő és nem ismétlődő eseményeket. A módosító formula elemzése során megállapítható, hogy az kielégíti a felállított feltételeket, ugyanakkor problémát jelent a valószínűségek módosítása során fellépő aszimmetria. Mindez azonban a sajátja az eredeti modellnek is.

Az input adatokat a vizsgált terület elemeinek speciális állapotát leíró események kölcsönhatásoktól független kiinduló valószínűségei, valamint az egyes tényezők befolyásoló erejét kifejező hatásfaktorok jelentik. Felvázoltuk azokat a pontokat, amelyek alapján megfogalmazhatók az állapotot leíró események, valamint eldönthető, hogy ezek közül melyeket kezeljük a generáló modellen belül. A kiinduló valószínűségek szubjektív értékek, így az őket becselő szakértők bekövetkezéssel kapcsolatos állásfoglalásait fejezik ki. Megvizsgáltuk, mikor fogadható el a valószínűségi értékek statisztikai eszközökkel történő meghatározása, illetve mikor szükséges a vélemények integrálása. Ez utóbbi esetben az alkalmazható technikák közül a Delphi bizonyult a legmegfelelőbbnek, elsősorban a nagyszámú esemény és nagyszámú szakértői csoportok kezelésére való alkalmasság, valamint a statisztikai feldolgozással való kapcsolhatóság miatt. Mindezek alapján kidolgoztuk a kiinduló valószínűségek meghatározásának teljes folyamatát. A kapcsolatok vonatkozásában bemutattuk a becslési folyamatot, valamint azt, hogyan csökkenthető a becslési igény, illetve hogyan kezelhetők a modellben a magasabb-rendű hatások.

A munka fejlesztési része elsősorban a forgatókönyveket generáló modellt, valamint az input adatok előállítását szolgáló eljárásokat érinti. A scenáriók készítésének teljes folyamatát illetően számos további kutatási terület adódik. Mindenképpen célszerű kutatásokat végezni olyan, a valószínűségeket módosító függvényforma

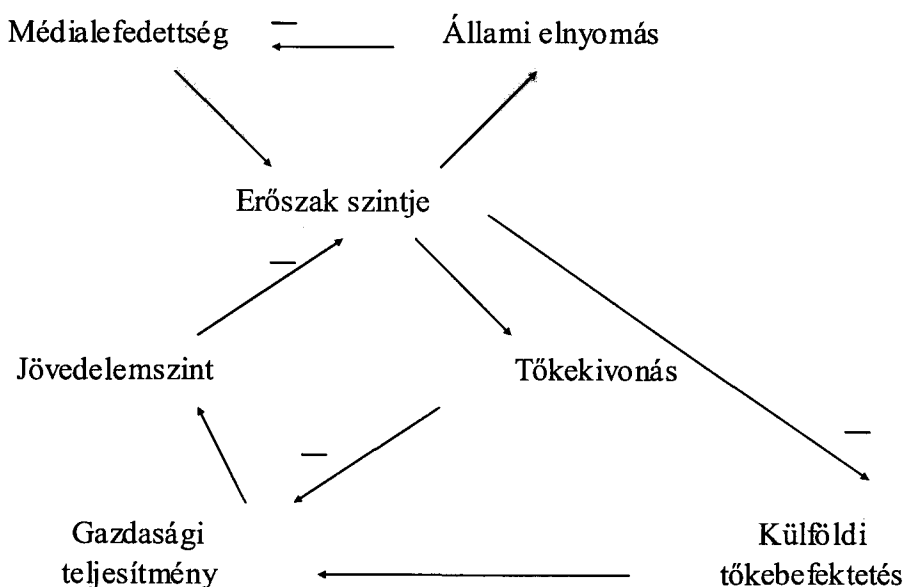
meghatározására, amely kiküszöböli a tárgyalt aszimmetriából fakadó hátrányt. Érdemes megfontolni egy olyan metódus kidolgozását is, amely lehetővé teszi, hogy műhelymunkák során a társadalmi csoportokat reprezentáló szereplők érdekeltségi szintjüknek és érdekérvényesítő képességüknek megfelelően befolyásolhassák az értékeket az egyes időszakokban. Erre elsősorban a modell on-line, több munkaállomás bevonásával történő futtatása adna lehetőséget. További, elsősorban a szociálpszichológia és a döntéstudomány területéhez kapcsolódó kutatási igényt jelenthet az input adatokat becslő szakértők kiválasztására vonatkozó eljárások továbbfejlesztése. Végezetül megjegyezzük, hogy a forgatókönyvet generáló modell alkalmas a szcenárió készítés folyamatának megadott lépéseitől eltérő módon előállított input adatok kezelésére is.

Függelék

A. Függelék

A függelékben a forgatókönyvek generálásának módszerét szemléltetjük, amely a 4.2 pontban tárgyalt modell használatán, illetve a scenáriók készítésének 3.2 pontban bemutatott módján alapul^a. Az illusztrációhoz Heijden [1996], a forgatókönyvek készítésének intuitív módszereihez szemléltetésként használt példáját vesszük alapul, hogy az olvasó az intuitív logika alapján is meg tudja ítélni az eredményeket. Heijden a példát az egyes tényezők közötti összefüggések kapcsán hozza fel, azokat egy hatás-diagrammon szemlélteti, és nem foglalkozik az ebből kialakítható scenáriókkal. Esetünkben azonban a példa alkalmas arra, hogy következtetéseit úgy tekintsük, mint a forgatókönyvek generálása előtti lépések eredményét. A példa egy régió stabilitását meghatározó tényezők közötti összefüggéseket tárja fel, és az alábbi hatás-diagrammban összegzi.

A-1. ábra: Egy régió stabilitását meghatározó faktorok hatás-diagrammja



Az ábrában a nyilak az egyes tényezők közötti összefüggéseket mutatják. A '-' szimbólumok azt jelölik, ha egy hatás gátló. Így például az állami elnyomás növekedése gátolja a média lefedettségének növekedését, az erőszak szintjének növekedése viszont a nagyobb mértékű tőkekivonást eredményez. (Forrás: Heijden, [1996])

A hatás-diagrammot tekinthetjük úgy, mint a területet befolyásoló tényezők feltérképezésének és a közöttük lévő összefüggések feltárásának az eredményét. A következőkben a forgatókönyvek készítésének 3.2 pontban tárgyalt folyamatát követjük.

^a A szemléltetés során a forgatókönyv készítésének folyamatára illetve a generáló modell alkalmazására szeretnénk helyezni a hangsúlyt. Mindezt nem foglalkozunk részletesen az input adatok előállítására használt módszerek működésének bemutatásával. Ezekre számos példát tartalmaz a vonatkozó szakirodalom.

A rendszert leginkább befolyásoló tényezők meghatározása

A forgatókönyvek készítésére a kidolgozott eljárásában a következő lépés azoknak a tényezőknek a meghatározása, amelyek a leginkább befolyással vannak a rendszer egészére. Ehhez a MICMAC módszert használtuk. A közvetlen hatások az alábbi strukturális mátrixban ábrázolhatók.

A-1. Táblázat: A tényezők közötti közvetlen hatások mátrixa

	Média	Elnyomás	Áldozatok	Jövedelem	Tőkekivonás	Tőkebefektetés	Gazdaság	SUM
Média			1					1
Elnyomás	1							1
Erőszak		1			1	1		3
Jövedelem			1					1
Tőkekivonás							1	1
Tőkebefektetés							1	1
Gazdaság				1				1

A mátrixban a sorok a befolyásoló, az oszlopok pedig a befolyásolt tényezőket tartalmazzák. Láthatjuk, hogy a közvetlen kapcsolatok alapján az „erőszak” hat a leginkább a rendszerre, mert ez három másik tényezőre is hatást gyakorol.

A MICMAC módszer alkalmazása során nyert eredmények alapján, a direkt és indirekt hatásokat az alábbiakban összesíthetjük:

A-2. Táblázat: A direkt-, és az 1-5 elem közvetítésével gyakorolt indirekt hatások összesítése

	Média	Elnyomás	Áldozatok	Jövedelem	Tőkekivonás	Tőkebefektetés	Gazdaság	SUM
Média	1	2	4	2	2	2	2	15
Elnyomás	2	1	2	2	1	1	2	11
Erőszak	2	4	3	2	4	4	4	23
Jövedelem	1	2	4	2	2	2	2	15
Tőkekivonás	1	1	1	1	1	1	3	9
Tőkebefektetés	1	1	1	1	1	1	3	9
Gazdaság	1	1	2	3	1	1	2	11

A táblázat azoknak a hatásoknak a számát összesíti, amelyeket az elemek közvetlenül, valamint 1, 2,...,5 elem közvetítésével fejtenek ki. Láthatjuk, hogy a legtöbb hatást gyakorló tényező az erőszak maradt, ugyanakkor a közvetlen hatások számában egyenrangú elemek között markáns különbségek alakultak ki az indirekt hatások figyelembevételével. A rendszerre gyakorolt befolyás sorrendje így a következőképp alakul:

1. Az erőszak mértéke
2. A médialefedettség mértéke / A jövedelem szintje
3. Az elnyomás mértéke/ Gazdasági teljesítmény
4. Tőkekivonás / Tőkebefektetés

A generáláshoz szükséges input adatok előállítása

Ebben a szakaszban az eddig különbözőképpen megfogalmazott tényezőkhez olyan eseményeket rendelünk, amelyek kifejezik azok alakulását. Megbecsüljük az események kiinduló valószínűségeit, és kiszámítjuk a kapcsolatok erejét kifejező hatásfaktorokat.

Fiktív példánkban a szakértők arra a következtetésre jutnak, hogy az egyes tényezők az alábbiakkal számszerűsíthetők:

Médialefedettség: az országos sugárzású TV-, és rádióadások, országos terjesztésű napilapok és az internet-hozzáférés elérhetősége összességében, a lakosság százalékában,

Erőszak: a személyek ellen elkövetett bűncselekmények áldozatainak éves száma

Jövedelem: a foglalkoztatottak havi átlagjövedelme az év átlagában

Külföldi tőkebefektetés: ennek éves értéke

Tőke kivonás: a külföldi tulajdon értékének százalékában megadva

Gazdasági teljesítmény: egy főre jutó éves GDP

Állami elnyomás: olyan 0-1 tartományon értelmezett mutató, amelyet a különböző szabadságjogok érvényesülésének mértéke alapján számítanak. Amennyiben az érték 0.5-nél magasabb, elnyomó államról beszélünk.

A szakértők ezután olyan eseményeket fogalmaznak meg, amelyek a tényezők speciális állapotait jelenítik meg. Ezek lehetnek a felhasználó számára jelentőséggel bíró állapotok és lehetnek olyanok is, amelyek egy másik tényező speciális állapotára hatnak. Példánkban az események a következők:

- Az országos médialefedettség szintje magasabb 80%-nál.
- Az állami elnyomás mutatójának értéke eléri a 0.5 értéket
- A személyek ellen elkövetett bűncselekmények áldozatainak száma magasabb, mint 18 500 fő
- A foglalkoztatottak havi átlagjövedelme magasabb, mint 210USD
- Az egy főre jutó éves GDP magasabb, mint 4500USD
- Az éves külföldi tőkebefektetés magasabb, mint 37eUSD
- A tőke kivonás mértéke a tulajdon 50%-a, vagy annál magasabb

Az események közül a médialefedettség és az állami elnyomás esetében feltesszük, hogy ha egyszer bekövetkeztek, valamennyi későbbi időszakban is ezzel kell számolnunk, mert olyan struktúrát szilárdítanak meg, amely nem változik a vizsgált horizonton. Így ha egyszer „kialakul az elnyomó állam” az nem változik ismét demokratikussá a vizsgált időben. Ugyanez igaz a média elterjedésére is.

A következő feladat a kiinduló valószínűségek becslése. Tegyük fel, hogy a projekt elején eldöntöttük: tízéves időhorizontot vizsgálunk és az egyes periódusok éveket jelölnek.

A kiinduló valószínűségek becsült értékeit a következő táblázat foglalja össze:

A-3. Táblázat az események kiinduló valószínűségei az egyes években

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Média	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6	0.6	0.8	0.8
Elnyomás	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Áldozatok	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Jövedelem	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6	0.6
Tőkekivonás	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Tőkebefektetés	0.1	0.2	0.2	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
GDP	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4

A példa fiktív voltából adódóan az értékek is azok. A célunk azonban nem az adatok hitelességének biztosítása, hanem a forgatókönyvek készítésére kidolgozott eljárás folyamatának szemléltetése.

A táblázatból látható, hogy az erőszak kulcstényezőként kezelhető, hiszen a rendszerre gyakorolt relatíve nagy hatása mellett tényező alakulása bizonytalan a jövőben.

A kiinduló valószínűségek becslése mellett megtörténik az esemény-párok közötti hatások erősségét kifejező hatásfaktorok kalkulációja. Ennek részletes tárgyalása a 4. és 5. fejezetekben, szemléltetése, pedig a B.3 függelékben található. Az egyszerűbb illusztrálhatóság kedvéért tegyük fel, hogy a szakértők nem állapítottak meg az események között magasabb-rendű hatást, és a struktúra megváltozásával sem számolnak.

A forgatókönyvek generálása

A rendelkezésünkre álló, kiinduló valószínűségekre és hatásfaktorokra vonatkozó adatok alapján megkezdődhet a forgatókönyvek generálása. Három forgatókönyvet mutatunk be, melyek közül kettő a kulcstényezőre vonatkozó eltérő feltételezések alapján, a harmadik pedig ezt kiegészítve, az állam mint társadalmi szereplő viselkedésének a szimulációjával készült.

Az alapfuttatás

Az alapfuttatás során a valószínűségeket a 4.2 pontban ismertetett modell felhasználásával módosítjuk. Az eredményeket a következő táblázat tartalmazza:

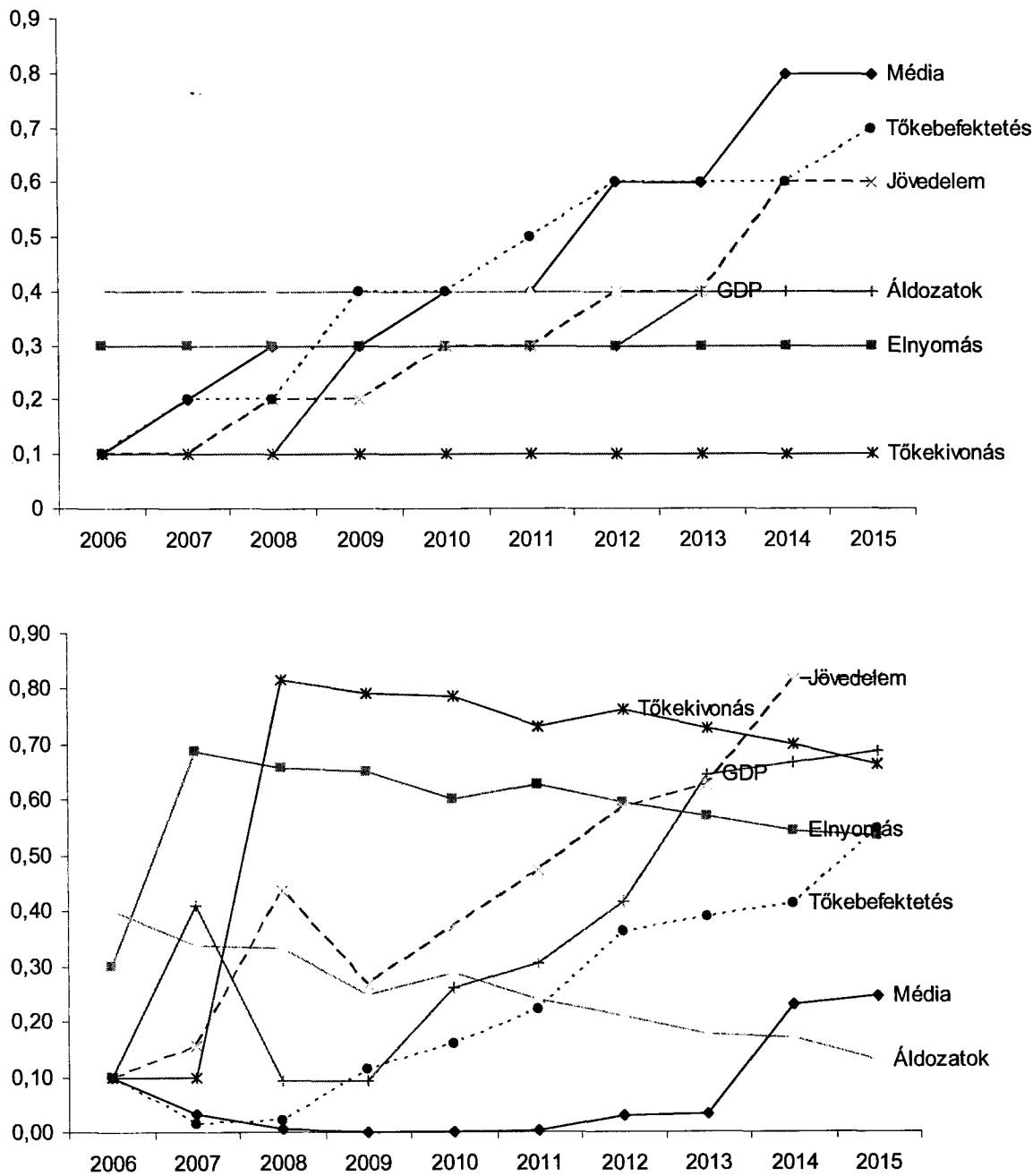
A-4. Táblázat: Az alapfuttatással kalkulált módosított valószínűségek

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Média	0.10	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.23	0.24
Elnyomás	0.30	0.69	0.66	0.65	0.60	0.63	0.60	0.57	0.54	0.54
Áldozatok	0.40	0.34	0.33	0.25	0.29	0.24	0.21	0.8	0.17	0.13
Jövedelem	0.10	0.15	0.44	0.27	0.37	0.47	0.58	0.63	0.82	0.82
Tőkekivonás	0.10	0.10	0.82	0.79	0.79	0.73	0.76	0.73	0.70	0.66
Tőkebefektetés	0.10	0.01	0.02	0.11	0.16	0.22	0.36	0.39	0.41	0.55
GDP	0.10	0.41	0.09	0.09	0.26	0.30	0.41	0.65	0.67	0.69

Az egyes események valószínűségei az adott periódusokban úgy kerültek módosításra, hogy figyelembe vettük az őket befolyásoló események valószínűségeit, illetve megfelelő hatásfaktorait az összes korábbi időszakban.

A következő ábrán grafikusan is szemléltetjük, milyen változást jelent a kapcsolatok figyelembevétele a valószínűségi értékekben.

A-2. ábra: Az események kiinduló és az alapfuttatással kalkulált, módosított valószínűségei



Az ábra felső része a kiinduló-, míg az alsó grafikon a módosított valószínűségek alakulását mutatja az egyes időperiódusokban. A hatások jól nyomon követhetők, például a tőkekivonásra vonatkozó faktort úgy állítottuk be, hogy az csak két éves csúszással reagáljon az erőszakra feltételezve, hogy a területen lévő tőke kivonása időt vesz igénybe. Így az áldozatok számára vonatkozó, viszonylag magas bekövetkezési esély 2006-ban, megnöveli az esélyét annak, hogy 2008-ban a tőkekivonás meghaladja az 50%-os kritikus értéket.

„A” Szenárió: az erőszakmentes régió

Ebben a Szenárióban azzal a feltevéssel élünk, hogy a kulcstényező, azaz az „áldozatok száma” önmagában (a többi esemény hatását figyelmen kívül hagyva) nem éri el a kritikus értéket az első két évben, valamint erre mindössze 20% az esély a rákövetkező két esztendőben. A forgatókönyvet úgy generáljuk, hogy a módosított valószínűségek alapján periódusonként eldöntjük, mely eseményeknél számolunk biztos bekövetkezéssel, melyek azok, amelyek elmaradását tekintjük biztosnak, és melyeket tekintjük továbbra is bizonytalanoknak. Ehhez három bizonytalansági tartományt határozzunk meg:

- bekövetkezettnek tekintjük azokat az eseményeket, amelyekre az esély magasabb 80%-nál,
- be nem következettnek tekintjük azokat az eseményeket, amelyekre az esély nem éri el a 20%-ot,
- bizonytalanoknak tekintünk minden egyéb eseményt.

Az adott periódus módosított valószínűségeit felülírjuk, ha az esemény az első két kategória valamelyikébe tartozik, és a további periódusok valószínűségei ennek megfelelően kerülnek kiszámításra.

A kulcstényezőre vonatkozó alapfeltevést követve, és az első periódusra vonatkozó felülírások előtt a módosított valószínűségek a következőképp alakulnak:

A-5. Táblázat: Módosított valószínűségek az iteratív felülírási folyamat előtt

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Média	0.10	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.05	0.05	0.26	0.26
Elnyomás	0.30	0.30	0.30	0.51	0.44	0.57	0.54	0.53	0.52	0.53
Áldozatok	0.00	0.00	0.14	0.08	0.21	0.17	0.17	0.15	0.16	0.13
Jövedelem	0.10	0.15	0.44	0.49	0.64	0.64	0.70	0.68	0.83	0.82
Tőkekivonás	0.10	0.10	0.10	0.10	0.62	0.49	0.70	0.66	0.65	0.63
Tőkebefektetés	0.10	0.20	0.20	0.23	0.29	0.27	0.42	0.42	0.43	0.55
GDP	0.10	0.41	0.55	0.72	0.75	0.66	0.59	0.72	0.71	0.71

Az első periódus felülírása után a módosított valószínűségek a következők:

A-6. Táblázat: Módosított valószínűségek az első periódus értékeinek felülírása után

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Média	0	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.05	0.05	0.26	0.26
Elnyomás	0.3	0.30	0.30	0.52	0.47	0.57	0.54	0.53	0.52	0.53
Áldozatok	0	0.00	0.15	0.10	0.21	0.17	0.17	0.16	0.16	0.13
Jövedelem	0	0.10	0.27	0.51	0.64	0.64	0.69	0.68	0.83	0.82
Tőkekivonás	0	0.10	0.10	0.10	0.63	0.54	0.70	0.66	0.65	0.63
Tőkebefektetés	0	0.20	0.20	0.22	0.27	0.28	0.42	0.42	0.43	0.55
GDP	0	0.10	0.59	0.73	0.74	0.64	0.58	0.71	0.71	0.71

A második periódusban, az előzőhöz hasonlóan járunk el:

A-7. Táblázat: Módosított valószínűségek a második periódus értékeinek felülírása után

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Média	0	0	0.03	0.01	0.01	0.01	0.05	0.05	0.26	0.26
Elnyomás	0.3	0.3	0.30	0.56	0.49	0.56	0.54	0.54	0.52	0.53
Áldozatok	0	0	0.20	0.12	0.20	0.17	0.17	0.16	0.16	0.13
Jövedelem	0	0	0.20	0.52	0.65	0.64	0.68	0.68	0.82	0.82
Tőkekivonás	0	0	0.10	0.10	0.69	0.57	0.69	0.65	0.65	0.64
Tőkebefektetés	0	0.2	0.20	0.19	0.25	0.29	0.42	0.42	0.43	0.55
GDP	0	0	0.64	0.76	0.72	0.61	0.58	0.71	0.71	0.71

A forgatókönyv generálásához az összes időszakra elvégezzük a fenti lépéseket. A végső eredményt a következő módosított értékek adják:

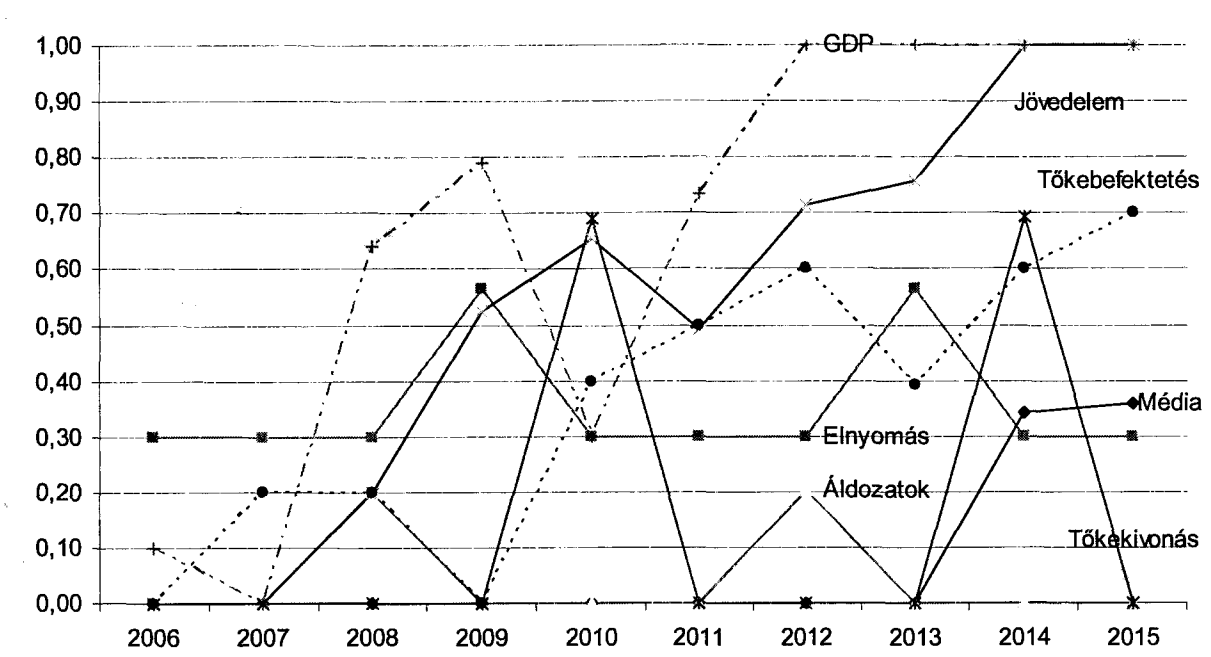
A-8. Táblázat: Módosított valószínűségek a felülírási folyamat után

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Média	0	0	0	0	0	0	0	0	0.34	0.36
Elnyomás	0.3	0.3	0.3	0.56	0.3	0.30	0.30	0.57	0.3	0.30
Áldozatok	0	0	0.2	0	0	0	0.20	0	0	0
Jövedelem	0	0	0.2	0.52	0.65	0.49	0.71	0.76	1	1
Tőkekivonás	0	0	0	0	0.69	0	0	0	0.69	0
Tőkebefektetés	0	0.2	0.2	0	0.40	0.50	0.60	0.39	0.60	0.70
GDP	0	0	0.64	0.79	0.30	0.74	1	1	1	1

A táblázatból láthatjuk, hogy a gazdasági teljesítmény 2012-ben eléri a megadott értéket, és ez együtt jár azzal, hogy a jövedelemszint 2014-ben átlépi a 210USD küszöböt.

A forgatókönyv megfogalmazásához a grafikus ábrázolás nagyobb segítséget nyújthat:

A-3. ábra: Módosított valószínűségek a felülírási folyamat után



Amennyiben az események speciális állapotait úgy határoztuk meg, hogy azok valószínűségei tükrözzék a mögöttük lévő változók értékeinek alakulását -például ha növekszik az esélye annak, hogy az egy főre jutó éves GDP átlépi a 4500USD küszöböt, az azért van, mert a GDP értéke az évek során növekszik-, a forgatókönyvben az események bekövetkezése mellett folyamatokat is megfogalmazhatunk. A scenáriókat ennek megfelelően leírhatjuk úgy is, hogy a kezdeti időszak erőszakmentességének hatására a GDP növekszik, de ez nem elegendő az erőszak teljes visszaszorításához. Mindezt 2008-ra az erőszakos cselekmények áldozatainak a száma olyan mértékben nő, hogy az tőkekivonást, és egyben az állami kontroll erősítését indukálja. Mindazonáltal egyik sem éri el azt a kritikus értéket, amely gátolná a további gazdasági fejlődést, így mind a teljesítmény, mind a jövedelem átlépi a megadott értékeket 2011 után... stb.

A forgatókönyvet kiegészíthetjük a kumulatív valószínűségekből nyert információkkal is. Esetünkben meglehetősen magas az esélye annak, hogy állami elnyomás indexe átlépi a küszöbértéket 2015-ig. A periódusokra vonatkoztatott valószínűségek tükrözik a folyamatokat, ezért feltételezhetjük, hogy bár az elnyomás indexe a küszöb fölé kerülhet, az nem fog totális diktatúrát jelenteni. Mindez megjelenik az előző bekezdés leírásában is. A kumulatív valószínűségekből nyert másik információ, hogy igen nagy az esély rá, hogy a tőkebefektetés 2015-ig legalább egyszer átlépi a küszöbértéket.

„B” Szenárió: bűnmegelőzés a régióban

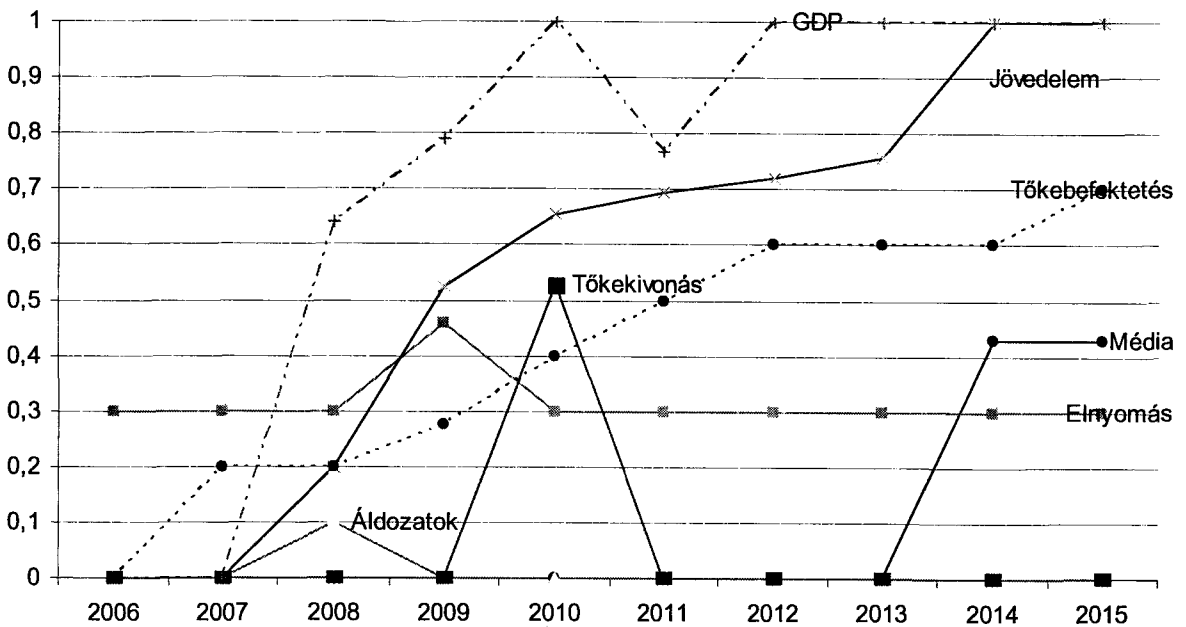
Ezt a forgatókönyvet az előzővel azonos kalkulációs eljárás alapján készítettük. Különbséget jelent ugyanakkor, hogy az egyik társadalmi szereplő, nevezetesen az állam képviselőinek a viselkedését szimuláltuk. Feltettük, hogy az előző forgatókönyv számításait követve és eredményeit látva az állam úgy dönt, kidolgoz és végrehajt egy bűnmegelőzési politikát, amelynek következtében 2008-ban a felére csökken az esélye annak, hogy a személyek ellen elkövetett bűncselekmények áldozatainak száma meghaladja a kritikus értéket. Az eredményeket a következő táblázat mutatja be:

A-9. Táblázat: módosított valószínűségek a bűnmegelőzési politika végrehajtását feltételezve

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Média	0	0	0	0	0	0	0	0	0.43	0.43
Elnyomás	0.3	0.30	0.30	0.46	0.30	0.30	0.3	0.3	0.3	0.3
Áldozatok	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0
Jövedelem	0	0	0.20	0.52	0.65	0.70	0.72	0.76	1	1
Tőkekivonás	0	0	0	0	0.53	0	0	0	0	0
Tőkebefektetés	0	0.20	0.2	0.27	0.40	0.50	0.6	0.6	0.6	0.7
GDP	0	0	0.64	0.79	1	0.77	1	1	1	1

Grafikonon szemlélve, az előzőkhöz hasonlóan követhetők a tendenciák:

A-4. ábra: A módosított valószínűségek értékei a felülírási folyamat végén



Láthatjuk, hogy az „A” forgatókönyvhöz képest itt a GDP egy korábbi időszakban is átlépi a küszöböt, valamint a 2007-es év bűnmegelőző politikája következtében gyorsabban növekszik a gazdaság teljesítménye. Ez egyrészt kiküszöböli azt, hogy az erőszak és az állami kontroll fokozódjon a 2012-es évre, másrészt gyorsabb jövedelemnövekedést indukál a horizont elején. A kumulatív értékek alapján itt is

magas az esélye annak, hogy 2015-ig erősebb állami kontroll alakul ki. Az előzőhöz hasonlóan nagy az esély arra is, hogy 2015-ig a tőkebefektetés legalább egyszer elérje a küszöbértéket.

„C” szcenárió: a diktatúra

Ez a forgatókönyv az elsőhöz hasonlóan az erőszak, mint kulcstényező mentén alakul ki. Emlékezzünk, hogy eredetileg az áldozatok számára vonatkozó esemény kiinduló valószínűsége az összes periódusban $p=0.4$ érték volt. Ebben az esetben azzal a feltevéssel élünk, hogy 2006-ban az áldozatok száma átlépi a 18 500fő küszöböt, és erre 80% az esély 2007-ben is. Az összes többi évben a kiinduló valószínűség $p=0.5$.

A bizonytalansági tartományoknak megfelelően felülírt módosított valószínűségek a következők:

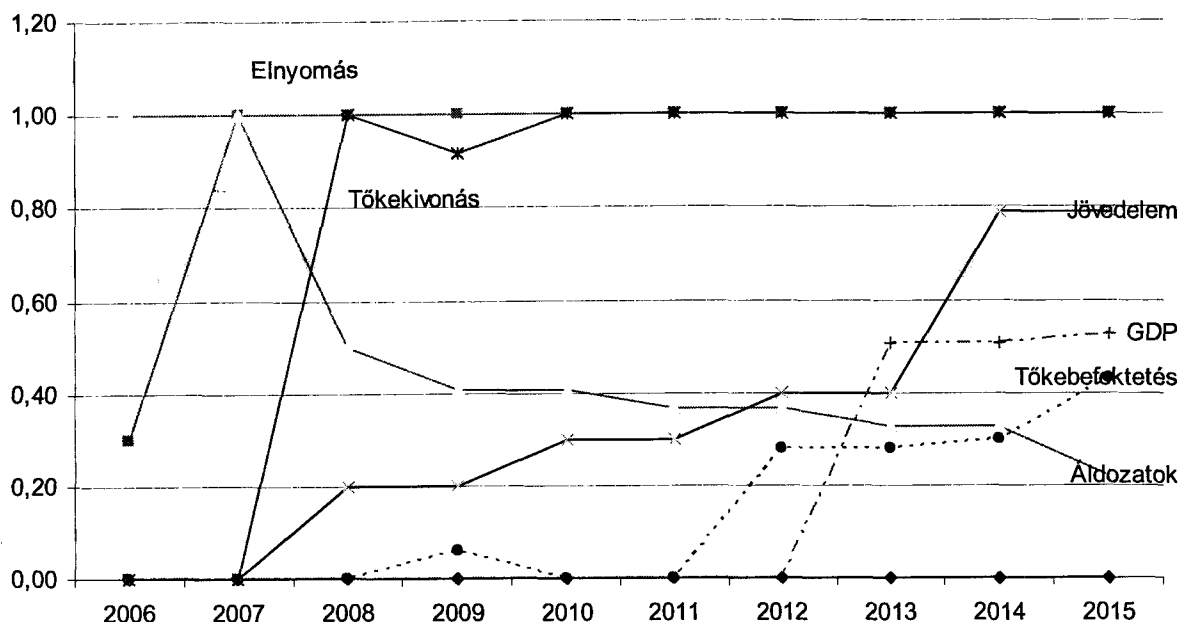
A-10. Táblázat: Módosított valószínűségek a felülírási folyamat végén

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Média	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Elnyomás	0.3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Áldozatok	1	1	0.5	0.41	0.41	0.37	0.37	0.33	0.33	0.22
Jövedelem	0	0	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.79	0.79
Tőke kivonás	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Tőkebefektetés	0	0	0	0	0	0	0.28	0.28	0.3	0.43
GDP	0	0	0	0	0	0	0	0.51	0.51	0.53

2007-ben annak a valószínűsége, hogy az elnyomást kifejező mutató átlépi a 0.5-es határt 80%-felett van, ezért az elnyomó állam kialakulását bekövetkezettnek tekintjük. Ebből kiindulva valamennyi későbbi időszakot ez a hatalmi struktúra jellemez, azaz az összes periódusban 0.5-nél magasabb mutatót veszünk figyelembe.

A tendenciákat a valószínűségek alakulását ábrázoló grafikonon is követhetjük:

A-5. ábra: A módosított valószínűségek a felülírási folyamat végén



A diktatúra kialakulásával csökken az erőszak, mindazonáltal nem olyan mértékben, hogy jelentős tőkebefektetéshez és a tőkekivonás leállításához vezessen. Sem a GDP, sem a jövedelem nem növekszik úgy, mint az előző forgatókönyvekben, és nem is éri el a meghatározott szintet a vizsgált horizonton. Láthatjuk, hogy a 80%-os médialefedettségre gyakorlatilag semmilyen esély nincs az állami elnyomás következtében. A jövedelem alakulását nem kötöttük determinisztikus kapcsolattal a GDP-hez, abban más tényezők, például a feketegazdaság is szerepet játszhatnak. Itt a jövedelem alakulása nem követi a gazdasági teljesítményt, ami betudható említett tényező szerepének. A kumulatív valószínűségek alapján meglehetősen nagy az esélye annak, hogy a jövedelem 2015-ig legalább egyszer átlépi a küszöbértéket.

Végezetül ismételten szeretnénk felhívni az olvasó figyelmét arra, hogy a forgatókönyvek nem előrejelzések, hanem konzisztens esemenyláncok. Ennek megfelelően lehetőségünk van minden 0-1 értékek közé eső valószínűséggel rendelkező esemény bekövetkezésének vagy be nem következésének a feltételezésére, hiszen mindkettőnek megvan az esélye. Miután a módosított valószínűségeket az ilyen feltételezésekre alapozva kalkuláljuk, azok szerepe nem az előrejelzésben, hanem az eseményre vonatkozó, az időbeli fejlődéssel konzisztens további feltételek megfogalmazásában jelentkezik.

B. Függelék

B.1.

Dransfeld és társai elsősorban a vállalati szféra vonatkozásában dolgoztak ki a szakértelmet mérő, négy összetevőből álló kategóriarendszert. Az összetevők és a kategóriák a következők:

Iparági gyakorlat (iparágban töltött idő)

A: 16 év felett

B: 10-15 év

C: 6-9 év

D: 3-5 év

E: 1-2 év

Szervezetben betöltött pozíció

A-tól E-ig az adott szervezet hierarchiája alapján.

A vállalat iparági szerepe

A-tól E-ig a vállalati méret és az iparágat illető meghatározó szerep alapján.

A válaszadó szakértelmének saját értékelése a vizsgált területen

A-tól E-ig kérdésenként.

A homogén mintához lehetőség szerint a legmagasabb kategóriából kell kiválasztani a válaszadókat.

B.2.

Az illeszkedésvizsgálat elvégzéséhez szükséges adatok jelen esetben az esemény bekövetkezési valószínűségének formájában állnak rendelkezésre. Így egyes adatosztályok valószínűségeit olyan adatokból nyerjük, amelyek maguk is valószínűségeket mutatnak, ezért fontos e kategóriák megkülönböztetése. Ennek érdekében, az illeszkedésvizsgálat során p_i -vel jelöljük az E_i esemény bekövetkezésének mintában szereplő szubjektív kiinduló valószínűségeit, és π_k -val annak a valószínűségét, hogy p_i a k -adik adatosztályba esik, valamint n jelöli a minta elemszámát. Ennek megfelelően, \bar{p}_i az E_i eseményre vonatkozó minta átlagát, s_{p_i} pedig átlagos eltérést mutatja. Szoftver hiányában a π_k értékek a standard normális eloszlás táblázatai alapján meghatározhatók, ahol

$$\pi_k = P(a \leq p_i \leq b) = P\left[\frac{a - \bar{p}_i}{s_{p_i}} \leq Z \leq \frac{b - \bar{p}_i}{s_{p_i}}\right]$$

valamint

a és b az adatosztályok határait alkotó értékek.

A normális eloszlás teszteléséhez χ^2 statisztikát használunk $k-3$ szabadságfokkal, mivel a sokaság átlaga és szórása egyaránt a minta alapján becsült paraméterek.

Ennek megfelelően a statisztika:

$$\chi^2 = \sum_k \frac{(f_k - e_k)^2}{e_k}$$

ahol:

f_k : a p_i előfordulásainak számát mutatja k -adik adatosztályban, és
 $e_k = n\pi_k$: a k -adik adatosztály várható gyakoriságát jelöli.

B.3.

A hatásfaktorok meghatározásánál a szakértőket eseményenként egy-egy táblázat kitöltésére kérjük, a kompetenciájukba tartozó esemény-párok tekintetében. A táblázat a befolyásolt eseményre vonatkozik, oszlopai az egyes időszakokat, sorai pedig a befolyásoló eseményeket jelenítik meg.

B.3-1. ábra: A hatásfaktorok számításához használt mátrix

Befolyásolt esemény		E1									
Ható esemény	Valószínűség										
Periódus	1	2		3		4		5		6	
		Kezd	Mód	Kezd	Mód	Kezd	Mód	Kezd	Mód	Kezd	Mód
E1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
E2	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
E3	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
E4	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
E5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
E6	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
E7	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
E8	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
E9	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

E1 kezdeti valószínűsége a 2. periódusban

E1 kezdeti valószínűsége a 3. periódusban

E1 módosított valószínűsége, 2. periódusban, ha a sorban lévő esemény bekövetkezett az 1. periódusban

A válaszadó szakértőnek az E_i esemény módosított valószínűségeit kell felülrírnia az egyes periódusokban, annak a feltételezésével, hogy a vonatkozó sorban jelölt esemény bekövetkezett az első periódusban

A szakértőknek a táblázatot a következő kérdések megválaszolásával kell kitölteniük:

- Ha feltételezzük, hogy az események az első periódusban bekövetkeznek, mekkora a bekövetkezésükre az esély a második időszakban, figyelembe véve a közöttük páronként fennálló hatásokat? Kapcsolat esetén a mátrix mezőit a következő minta szerint töltsd ki: Az E_i sorába írd be, mekkorára nő vagy csökken az E_1 esemény valószínűsége a 2. periódusban a megadott kezdeti értékről, ha figyelembe vesszük, hogy E_i bekövetkezik az első időszakban.
- Amennyiben a hatás támogató, és E_1 ennek következtében, megítélése szerint bekövetkezik, adja meg mekkora lenne a valószínűsége, ha E_i bekövetkezik az első időszakban, de a hatás nélkül E_1 bekövetkezési esélye a másodikban periódusban csak 10% lenne (a kezdeti értéket ennek megfelelően módosítani kell a táblázatban).
- Amennyiben az előző pontban leírt feltételek mellett is úgy gondolja, hogy E_1 bekövetkezik, adja meg arra a szituációra vonatkozó becslését, amikor E_i az első periódusban bekövetkezik, de E_1 bekövetkezésére az esély a hatás nélkül csak 1% (a kezdeti értéket ennek megfelelően módosítani kell a táblázatban).
- Amennyiben az előző feltételek mellett is úgy gondolja, hogy E_1 a hatás miatt bekövetkezik a második periódusban, adja meg a valószínűséget következő feltételezéssel: az első periódusban E_i éppen úgy bekövetkezik, mint ahogy nem, és a hatás nélkül E_1 -nek a második időszakban 1% esélye van arra, hogy megtörténjen (a kezdeti értékek mellett a befolyásoló esemény valószínűségét is át kell állítani a táblázatban).
- Amennyiben még mindig úgy gondolja, hogy az előző pontban megfogalmazott feltételezések alapján E_1 bekövetkezik a második időszakban, adja meg a hatás alapján módosított valószínűséget azt feltételezve, hogy az E_i bekövetkezésére az első időszakban csak 1%, az esély, valamint E_1 esetében is mindössze 1% az esély a bekövetkezésre a második időszakban, ha a hatást nem vesszük figyelembe.
- A gátló jellegű hatások esetében is a fenti minta alapján közelítse a módosított valószínűségeket. A feltételrendszer a következő:
 - Befolyásoló esemény valószínűsége az első periódusban $P=1$, befolyásolt esemény valószínűsége a hatás nélkül a második periódusban $P=0.5$. Ha a hatás kapcsán úgy ítéli meg, hogy a befolyásolt esemény bekövetkezésére nincs esély, a következő feltételeket vizsgálja, amíg esélyt nem lát a bekövetkezésre
 - Befolyásoló esemény valószínűsége az első periódusban $P=1$, befolyásolt esemény valószínűsége a hatás nélkül a második periódusban $P=0.90$.
 - Befolyásoló esemény valószínűsége az első periódusban $P=1$, befolyásolt esemény valószínűsége a hatás nélkül a második periódusban $P=0.99$.
 - Befolyásoló esemény valószínűsége az első periódusban $P=0.5$, befolyásolt esemény valószínűsége a hatás nélkül a második periódusban $P=0.99$

- Befolyásoló esemény valószínűsége az első periódusban $P=0.01$, befolyásolt esemény valószínűsége a hatás nélkül a második periódusban $P=0.99$.

A hatásfaktorok meghatározása az eddig használt példán keresztül szemléltethető.

B.3-2. ábra: A módosított valószínűségek becslési eredményei

Befolyásolt esemény		Média							
Ható esemény	Valószínűség	E1 valószínűségei							
Periódus	1	2		3		4			
		Kezd	Mód	Kezd	Mód	Kezd	Mód		
Média	1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3		
Elnyomás	0,5	0,2	0,01	0,3	0,05	0,3	0,06		
Áldozatok	1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3		
Jövedelem	1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3		
Tőkekivonás	1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3		
Tőkebefektetés	1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3		
GDP	1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3		

Az ábra a becslési eredmények értékeit példázza a médialefedettséget kifejező eseményre ható tényezők esetében. A korábban bemutatott hatás-diagramm összefüggésrendszere alapján, a médiára az állami elnyomás gyakorol gátló hatást. Itt három perióduson keresztül tartó, igen erős befolyással számolunk. A hatásfaktorok számításához az vesszük figyelembe, hogy ha állami elnyomás esélye 50%, a 80%-os médialefedettség esélye egy periódussal később 20%-ról 1%-ra, két periódussal később 30%-ról 5%-ra, három periódussal később, pedig 30%-ról 6%-ra csökken. Célszerű, itt is hangsúlyozni, hogy a kezdeti valószínűségi értékek a hatásfaktorok megállapításához szükséges, különböző szituációk feltételezését képviselő adatok, így nem kell megegyezniük a ténylegesen becsült kiinduló valószínűségekkel. A számított hatásfaktorokat a következő táblázat tartalmazza.

B.3-3. ábra: A számított hatásfaktorok a médialefedettséget befolyásoló kapcsolatok esetében

Hatásfaktor Ej-E1 tábla				
	Hatásfaktorok			
	1p	2p	3p	4p
Média	0	0	0	0
Elnyomás	-3,722706232	-2,976411864	-2,673545	0
Áldozatok	0	0	0	0
Jövedelem	0	0	0	0
Tőkekivonás	0	0	0	0
Tőkebefektetés	0	0	0	0
GDP	0	0	0	0

A táblázat visszatükrözi a valószínűségeket tartalmazó mátrix jellegzetességeit. A gátló hatások faktorai negatív előjelet kapnak. Láthatjuk hogy az állami elnyomás hatásának ereje a közvetlenül következő időszakban a legnagyobb, majd fokozatosan csökken az időben előre haladva.

Felhasznált irodalom

- Alacrón, L.F. – Ashley, D.B. (1998), Project management decision making using cross-impact analysis, *International Journal of Project Management* Vol.16, pp. 145-152.
- Amara, R. – Lipinski, A.J. (1983), *Business planning for an uncertain future*, Pergamon Press
- Andor, L. (2001) A magyar politikai erőter 2020-ban, in: Magyarország holnapután (szerk.: Nováky Erzsébet) BKÁE Jövőkutató Kutatóközpont
- Anzani, H. – Khorramshahgol, R. (1990), Analytic Delphi method (ADM): A strategic decision making model applied to location planning, *Engineering Costs and Production Economics*, Vol. 20, pp. 23-28
- Barakonyi, K. (1998), Stratégiai döntések, JPTE FEEFI
- Becker, H.S. (1983), Scenarios: a tool for growing importance to policy analysts in government and industry, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 23, pp. 95-120.
- Besenyi, L. – Gidai, E. – Nováky, E. (1977) Jövő kutatás, előrejelzés a gyakorlatban. Módszertani kézikönyv. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó
- Black, R. L. – Oldham, W. J. B. – Marcy, W. M. (1994) Training KSIM models from time series data, *Technological Forecasting and Social Change* Vol. 47, pp. 293-307.
- Blanning, R.W. - Reinig B.A. (1998), Building scenarios for Hong Kong using EMS, *Long Range Planning*, Vol. 31, pp. 900-910.
- Blanning, R.W. – Reinig, B.A. (1999), Cross-impact analysis using group decision support systems: an application to the future of Hong Kong, *Futures* Vol.31, pp. 39-56.
- Blanning, R.W. – Reinig, B.A. (2002), Political event analysis using group support systems, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 69, pp. 153-172.
- Brockhaus W.L. – Mickelsen J.F. (1977), An analysis of prior Delphi applications and some observations on its future applicability, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 10, pp. 103-110.
- Buzan, B. – Kelstrup, M. – Lemaitre, P. – Tromer, E. – Waever, O. (1990), *The European Security Order Recast: scenarios for the post-cold war era*, The Centre of Peace and Conflict Research, University of Copenhagen/Printer Publishers
- Cairns G. – Wright, G. – Bradfield, R. – Heijden, K. – Burt. G. (2002), Exploring e-government futures through the application of scenario planning, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 71, pp. 1-22.
- Chaffin, W.W. – Talley W.K. (1980), Individual stability in Delphi studies, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 16, pp. 67-73.

Chakravarti, A.K. – Vasanta, B. – Krishnan, A.S.A. – Dubash, R.K. (1998), Modified Delphi method for technology forecasting: Case study of electronics and information technology in India, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 58, pp. 155-165.

Chandler J. – Cockle (1982), *Techniques of Scenario Planning*, McGraw-Hill Book Company Ltd.

Coates, J. (2000), Scenario planning, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 65, pp. 115-123.

Coyle, G. (1997), The nature and value of futures studies or do futures have a future?, *Futures*, Vol. 29, pp. 77-93.

Cronin, R.P. (1992), Japan, the United States and Prospects for the Asia-Pacific Century: three scenarios for the future, *Institute of Southeast Asian Studies*, Singapore

Cserhádi, I. – Erni, T. - Keresztély, T. (2004) Hosszú távú növekedési scenáriók elemzése az eco-trend modellel, *A gazdaságelemzés módszerei 2004/I*.

Dalkey, N (1972), An elementary cross-impact model, *Technological Forecasting and Social Change* Vol.3, pp. 341-351.

Dalkey, N. – Brown, B. – Cochran, S. (1970), Use of shelf-ratings to improve group estimates, *Technological Forecasting*, Vol. 1, pp. 283-291.

deLelon, P. (1973), *Scenario Designs: An overview*, Report prepared for the Defense Advanced Research Projects Agency

DeMers, M. (1990), Adding robustness to linear planning models through simulation, *Technological Forecasting and Social Change* Vol.37, pp. 139-158.

Dewulf, G. (1991), Limits to forecasting: towards a theory of forecast errors, *Doktori disszertáció*, University of Utrecht

Dhalival J.S. – Thung, L.L. (2000), Using group support systems for developing a knowledge-based explanation facility, *International Journal of Information Management*, Vol. 20, pp. 131-149.

Dietz, T. (1987), Methods for analyzing data from Delphi panels: some evidence from a forecasting study, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 31, pp. 79-85.

Dijk, J.A.G.M. (1990), Delphi questionnaires versus individual and group interviews: A comparison case, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 37, pp. 293-304.

Doorn, J.W.M. (1986), Scenario writing: a method for long-term tourism forecasting?, *Tourism Management*, Vol.7 pp. 33-49.

Dransfeld, H. – Pemberton J. – Jacobs, G. (2000), Quantifying weighted expert opinion: The future of interactive television and retailing, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 63, pp. 81-90.

- Ducos, G. F. (1980), Two complementary cross-impact models: MIP₁ and MIP₂, *Futures* Vol. 12, pp. 405-419.
- Duperrin, J. C. – Godet, M. (1975), SMIC 47 – A method for constructing and ranking scenarios, *Futures*, Vol. 7, pp. 302-312.
- Elenkov D.S. (1997), Strategic uncertainty and environmental scanning: the case for institutional influences on scanning behaviour, *Strategic Management Journal*, Vol.18 pp. 287-302.
- Enzer, S. (1970), A case study using forecasting as a decision-making aid, *Futures*, Vol. 2, pp. 341-362.
- Enzer, S. (1972), Cross-impact techniques in technology assessment, *Futures* Vol. 4, pp. 30-51.
- Fontela, E. – Gabus, A. (1974), Events and economic forecasting models, *Futures* Vol.6, pp. 323-333.
- Fontela, E. (1976), Industrial applications of cross impact analysis, *Long Range Planning* Vol.9, pp. 29-33.
- Foster, M.J. (1993), Scenario planning for small businesses, *Long Range Planning*, Vol. 2 pp. 123-129.
- Galer G. – Heijden K. (1993), How planners create organisational learning, 'Strategic Planning in Shell' Series No.13, Shell International Company Limited, Group Planning
- Gausemeier J. – Fink, A. – Schlake O. (1998), Scenario management, an approach to develop future potentials, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 59 pp. 111-130.
- Gidai, E. (1990) Jövőalternatívák. A társadalmi gazdasági fejlődés előrejelzésének lehetőségei, Akadémiai Kiadó
- Glenn, J.C. (2000), Millennium Project's draft scenarios for the next 1000 years, *Futures*, Vol. 32, pp. 603-612.
- Godet, M. (1976), Scenarios of air transport development to 1990 by SMIC 74 - a new cross impact method, *Technological Forecasting and Social Change* Vol.9, pp. 279-288.
- Godet, M. (1987), *Scenarios and Strategic Management*, Butterworth Scientific Ltd.
- Godet, M. (1990), Integration of scenarios and strategic management: using relevant, consistent and likely scenarios, *Futures*, Vol. 22. pp. 730-739.
- Godet, M. (2000), The art of scenarios and strategic planning: tools and pitfalls, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 65, pp. 3-22.

- Godet, M. – Roubelat F. (1996), Creating the future: the use and misuse of scenarios, Long Range Planning, Vol. 29. pp. 164-171.
- Goodman, J.M. (1970), Delphi and the law of diminishing returns, Technological Forecasting and Social Change, Vol. 2, pp. 225-226.
- Gordon, T.J. – Hayward, H. (1968), Initial experiments with the cross impact matrix method of forecasting, Futures Vol.1, pp. 100-116.
- Gordon, T.J. – Stover J (1976), Using perceptions and data about the future to improve the simulation of complex systems, Technological Forecasting and Social Change, Vol. 9, pp. 191-211.
- Habana P.I. (1993), Building scenarios for education in South-East Asia, Futures, Vol. 25, pp. 975-988.
- Hadfield, P.D.S. (1990), From scenarios to strategy, 'Strategic Planning in Shell' Series No.12, Shell International Company Limited, Group Planning
- Hadfield P.D.S. (1991), Corporate strategies for a changing environment, Utilities Policy, Vol. 1, pp. 381-386.
- Hakim, S. Weinblatt, J. (1993), The process as a tool for decision making: The case of vocational training of people with handicaps, Evaluation and Program Planning, Vol. 16, pp. 25-38
- Heijden, K. (1996), Scenarios, the Art of Strategic Conversation, Wiley&Sons Ltd.
- Helmer, O. (1972), Cross-impact gaming, Futures Vol. 4, pp. 149-167.
- Helmer, O. (1981), Reassessment of cross-impact analysis, Futures Vol. 13, pp. 389-400.
- Helmer, O. (1994), Adversary Delphi, Futures, Vol. 26, pp. 79-87.
- Hideg, É. (1998a): Az Általános evolúciós elmélet és a jövőkutatás, in: Posztmodern és evolúció a jövőkutatásban (szerk.: Hideg Éva), BKE, Jövőkutatás Tanszék
- Hideg, É. (1998b), Új paradigmák: evolúciós és/vagy kritikai jövőkutatás, BKE, Jövőkutatás Tanszék
- Hideg, É. (2001), Általános evolúciós elmélet és az evolúciós modellezés, in: Evolúciós modellek a jövőkutatásban (szerk: Hideg Éva), Aula Kiadó
- Hideg É. – Nováky E. (1998a), A szakképzés és a jövő, Aula Kiadó
- Hideg É. -Nováky E. (1998b), Egyének, társadalmi intézmények jövőorientáltsága, BKE, Jövőkutatás Tanszék
- Hill, K.Q. – Flowes J. (1975), The methodological worth of the Delphi forecasting technique, Technological Forecasting and Social Change, Vol. 7, pp. 179-192.

Höjer, M.–Mattsson, L. G. (2000), Determinism and backcasting in future studies, *Futures*, Vol. 32, pp. 613-634.

Huckfeldt, V.E. – Judd, R.C. (1974), Issues in large scale Delphi studies, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 6, pp. 75-88.

Huss, W. R. (1988), A move toward scenario analysis, *International Journal of Forecasting*, Vol. 4, pp. 377-388.

Hyde-Price, A.G.V. (1991), *European Security beyond the Cold War*, Royal Institute of International Affairs/SAGE publications Ltd.

Imre, T. (1996), A szcenárió-tervezés mint a stratégiaalkotás része, *Vezetéstudomány*, Vol. 27, pp. 36-52.

Inayatullah, S (1998), Causal layered analysis, *Futures*, Vol. 30, pp. 815-829.

Islei, G. – Lockett G. – Naudé P. (1999), Judgemental modelling as an aid to scenario planning and analysis, *Omega*, Vol. 27, pp. 61-73.

Jackson, E. – Lawton W. (1976), Some probability problems associated with cross-impact analysis, *Technological Forecasting and Social Change* Vol.8, pp. 263-273.

Jacobs G. – Dransfield H. (1998), Scenarios for interactive TV – Europe's uncertain future, *Long Range Planning*, Vol.31 pp. 396-405.

Jeong, G.H. – Kim, S.H. (1997), A qualitative cross-impact approach to find the key technology, *Technological Forecasting and Social Change* Vol.55, pp. 203-214.

Jones, H. – Twiss B. C. (1978), *Forecasting technology for planning decisions*, Macmillan Press

Jørgensen, S.E. (1994), The applications of global models for comparison of different strategies on sustainable living, *Ecological Economics*, Vol. 11, pp. 1-8.

Kahane, A (1992), Scenarios for energy: sustainable world vs global mercantilism, *Long Range Planning*, Vol. 25, pp 38-46.

Kahn, H.-Wiener A. (1967), *The Year 2000: a framework for speculation on the next thirty-three years*, The Macmillan Company

Kane, J. (1972), A primer for a new cross-impact language – KSIM, *Technological Forecasting and Social Change* Vol. 4, pp. 129-142.

Kastein, M. R. – Jackobs, M - Hell, L. – Luttik, K. – Touw-Otten, F. (1993), A qualitative Delphi study in primary health care in the Netherlands, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 44, pp. 315-323.

- Kendall, J.W. (1977), Variations of Delphi, Technological Forecasting and Social Change, Vol. 11, pp. 75-85.
- Khorramshahgol, R. (1999), Augmenting Shewart quality control and Delphi method for multi-person, multi-objective decision-making, Telematics and Informatics, Vol. 16, pp. 1-9.
- Kirkwood C.W. – Pollock S.M. (1982), Multiple attribute scenarios, bounded probabilities, and threats of nuclear theft, Futures, Vol. 14, pp 545-553.
- Krause, P.H. (2002), The PROTEUS project: scenario-based planning in a unique organization, Technological Forecasting and Social Change, Vol.69, pp. 479-484.
- Kristóf, T. (2002a) A szcenárió módszer a jövőkutatásban, BKÁE, Jövőkutató Kutatóközpont
- Kristóf, Tamás (2002b), Szcenárió módszer a stratégiaalkotásban I, Vezetéstudomány Vol 33, pp. 17-27.
- Kristóf, T. (2003a), Magyarország gazdasági fejlettségének lehetséges forgatókönyvei, Statisztikai Szemle, Vol. 81, pp. 1090-1106.
- Kristóf, T. (2003b), Vállalatok jövőbeni megítélésének elméleti és módszertani alapjai, in: Ókori jövőképek és jövőkutatás a vállalati gyakorlatban (szerk: Nováky Erzsébet, Kristóf Tamás), BKÁE, Jövőkutató Kutatóközpont
- Kristóf, T. (2004a), Az éghajlatváltozás szcenáriói, in: A környezet és az oktatás jövője (szerk.: Kristóf Tamás) BCE, Jövőkutatás Tanszék
- Kristóf, T. (2004b) Magyarország gazdasági fejlettségének szcenáriói 2005-2007 között, Gazdaság és Társadalom, Vol. 15, pp. 52-77.
- Kristóf, T. (2004c) A társadalomtudományi előrejelzés lehetőségének elméleti-metodológiai kérdéskörei, in: Tudományfilozófia és kultúra jövőkutatói szemmel (szerk: Kristóf Tamás), BCE, Jövőkutatás Tanszék.
- Kristóf, T. (2005), Lehetséges-e tudományosan megalapozott társadalmi előrejelzést készíteni?, Magyar Tudomány Vol. 166, pp. 1017-1025.
- Li, X. – Ang, C.L. – Gay, R. (1997), An intelligent scenario generator for strategic business planning, Computers in Industry, Vol. 37, pp. 261-269.
- Linstone, H.A.(1978), The Delphi technique, in: Handbook of futures research, (szerk.: Fowles, J – Fowles R..B.) Greenwood Publishing Group
- Lipinski, H. – Tydeman, J. (1979), Cross impact analysis, extended KSIM, Futures Vol, 11. pp. 151-154.
- Lóránt, K. (2001) Gazdaságfejlődési alternatívák, in: Magyarország holnapután (szerk.: Nováky Erzsébet) BKÁE, Jövőkutató Kutatóközpont

- Lóránt, K. – Nováky, E. (1975), Események kölcsönhatásának vizsgálata, Prognosztika 1975/1-2 - hivatkozva
- Mannermaa, M. (2000) Multidisciplinarity, methodologies and futures studies, Futures Research Quarterly, Vol. 16, pp. 5-20.
- Mante-Meijer, - E. Duin, P. – Abeln, M (1998), Fun with scenarios, Long Range Planning, Vol.31 pp.628-637.
- Martino, J.P. (1970), The lognormality of Delphi estimates, Technological Forecasting, Vol. 1, pp. 355-358.
- Martino, J.P. (1970), The precision of Delphi estimates, Technological Forecasting, Vol. 1, pp. 293-299.
- Masini, E.B. – Vasquez, J. M. (2000), Scenarios as seen from human and social perspective, Technological Forecasting and Social Change, Vol. 65, pp. 49-66.
- May, G.H. – Green, D. H. (1990), Planning for the future: the application of the Delphi and scenario techniques to the unitary development plan process, CUDEM Working Paper No. 7.
- Mercer, D. (1998), The future quantified, Futures, Vol. 30, pp. 305-322.
- Mitchell, R.B. – Tydeman, J. – Georgiades, J. (1979), Structuring the future – application of a scenario-generation procedure, Technological Forecasting and Social Change, Vol. 14, pp.409-428.
- Mohapatra, P. K. – Vizayakumar, K. (1989), Revisiting causality in system dynamics and KSIM models, Technological Forecasting and Social Change Vol. 36, pp. 363-387.
- Mohapatra, R.K.J. – Bora, M.C. – Sahu, K.C. (1984), Incorporating Delphi results in System Dynamics Models: a case of Indian tea industry, Technological Forecasting and Social Change, Vol. 25, pp. 159-177.
- Moyer, K. (1996), Scenario planning at British Airways – a case study, Long Range Planning, Vol. 29 pp. 172-181.
- Munier, F. – Rondé, P. (2001), The role of knowledge codification in the emergence of consensus under uncertainty: empirical analysis and policy implications, Research Policy, Vol. 30, pp. 1537-1551.
- Murray, T.J. (1979), Delphi methodologies: A review and critique, Urban Systems, Vol. 4, pp. 153-158.
- Nair, K. – Sarin R.K. (1979), Generating future scenarios – their use in strategic planning, Long Range Planning, Vol. 12, pp. 57-61.
- Nelms, K.R. – Porter, A.L. (1985), EFTE: An interactive Delphi method, Technological Forecasting and Social Change, Vol. 28, pp. 43-61.

- Nelson, B. W. (1978), Statistical manipulation of Delphi statements: its success and effects on convergence and stability, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 12, pp. 41-60.
- Nováky, E. (1976), A jövő kutatás egyes módszertani kérdései, in: *A kívánt jövőtől a lehetséges jövőig* (szerk.: Gábor Éva), Gondolat Kiadó
- Nováky, E. (1996), A hazai turizmus jövője 2005-2010, BKE, Jövő kutatás Tanszék
- Nováky, E. (1998), A káoszelmélet és a jövő kutatás változása, BKE, Jövő kutatás Tanszék
- Nováky, E. (2001a), Hazánk társadalmi-gazdasági jövőalternatívái, in: *Magyarország holnapután* (szerk.: Nováky Erzsébet) BKÁE Jövő kutatási Kutatóközpont
- Nováky, E. (2001b), A modellezés fejlődése a jövő kutatásban, in: *Evolúciós modellek a jövő kutatásban* (szerk: Hideg Éva), Aula Kiadó
- Nováky, E. (2001c), Modellezés a jövő kutatásban: az egyszerű modellektől az evolúciós modellekig, BKÁE, Jövő kutatási Kutatóközpont
- Nováky, E. (2003), A jövő kutatás módszertana stabilitás és instabilitás mellett, BKÁE, Jövő kutatási Kutatóközpont
- Nováky, E. (szerk.) (1997), Jövő kutatás, Aula Kiadó
- Nováky, E. – Hideg, É. (1998), A hazai vállalatok jövőorientáltsága, BKE, Jövő kutatás Tanszék
- Nováky, E. – Lóránt, K. (1978), A method for the analysis of interrelationships between mutually connected events: a cross-impact method, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 12, pp. 201-212.
- O'Connor, R. (1978), Planning under uncertainty: Multiple Scenarios and Contingency Planning, The Conference Board Inc.
- Parashar, A. – Paliwal, R.- Rambabu, P. (1997), Utility of fuzzy cross-impact simulation in environmental assessment, *Environmental Impact Assessment Review*, Vol.17, pp. 427-447.
- Phelps, R. – Chan. C. – Kapsalis S.C. (2001), Does scenario planning affect performance? Two exploratory studies, *Journal of Business Research*, Vol 51 pp. 223-232.
- Pill, J. (1971), The Delphi method: substance, context, a critique and an annotated bibliography, *Socio-Economic Planning Science*, Vol. 5, pp. 57-71.
- Presti, A. (1996), Futures research and complexity, *Futures*, Vol. 28. pp. 891-902.
- Randall, D. (1997), Consumer strategies for the Internet: four scenarios, *Long Range Planning*, Vol.30 pp. 147-156.
- Rauch, W. (1979), The Decision Delphi, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 15, pp. 159-169.

Riggs, W.E. (1983), The Delphi technique, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 23, pp. 89-94.

Rixer, A. – Tóth, L. (2001), A stratégiai tervezési célú közlekedési szcenáriómenedzsment mint az EU csatlakozásra felkészülés egy vállalat- és közlekedéspolitikai segédeszköze (II. rész), *Közlekedéstudomány*, Vol. 51. pp. 377-386.

Roberts, R. – Sapio, B. (1998), Structural analysis using signed evaluations, *Futures*, Vol. 30, pp. 323-343.

Rotmans J. – Asselt, M. – Anastasi, C. – Greeuw S. – Mellors, J. – Peters S. – Rothman, D. – Rijkens, N. (2000), Visions for sustainable Europe, *Futures*, Vol. 32, pp. 809-8341.

Rowe, G. – Wright G. (1996), The impact of task characteristics on the performance of structured group forecasting techniques, *International Journal of Forecasting*, Vol. 12, pp. 763-89.

Rowe, G. – Wright G. (1999), The Delphi technique as a forecasting tool: issues and analysis, *International Journal of Forecasting*, Vol. 15, pp. 353-375.

Rubenstein, H. (2000), Strategic planning tools for futurists, *Futures Research Quarterly*, Vol. 16, pp. 5-17.

Sahal, D. – Yee, K. (1975), Delphi: An investigation from a Bayesian viewpoint, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 7, pp. 165-178.

Salancik, J. R. (1973), Aggregated inputs into Delphi Forecasts: A regression analysis, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 5, pp. 243-247.

Sapio, B. – Antimi E. (1998), WISE (weighted impact structured evaluation): a new method to analyze the project management context, *International Journal of Project Management*, Vol. 16. pp. 173-183.

Sapio, B. (1995), SEARCH (Scenario evaluation and analysis through repeated cross impact handling): a new method for scenario analysis with an application to the Videotel service in Italy, *International Journal of Forecasting*, Vol. 11. pp. 113-131.

Sarin, R. K. (1978), A sequential approach to cross-impact analysis, *Futures* Vol. 10, pp. 53-62.

Scenarios 1990, Japan: Report of General Policy Committee of Social Policy Council, Social Policy Bureau-Economic Planning Agency-Japanese Government (1981).

Schlange, L.E. – Jüttner U. (1997), Helping managers to identify the key strategic issues, *Long Range Planning*, Vol. 30. pp. 777-786.

Schnaars, S. – Ziamou, P. (2001), The essentials of scenario writing, *Business Horizons*, Vol. 44 pp. 25-31.

- Schoemaker, P.J.H. – Heijden, C.A.J.M. (1993), Strategic planning at Royal Dutch/Shell, *Journal of Strategic Change*, Vol. 2 pp. 157-171.
- Snizek, J.A. (1989), An examination of group process in judgmental forecasting, *International Journal of Forecasting*, Vol. 5, pp. 171-178.
- Spies, P. (1994), Experience with futures research in South Africa, *Futures*, Vol. 26, pp. 964-979.
- Stevenson T. (1998), Netweaving alternative futures: information technocracy or communicative community?, *Futures*, Vol. 30, pp. 189-198.
- Stokke, P.R. – Ralston, W.K. – Boyce, T.A. – Wilson, I.H. (1990), Scenario planning for Norwegian oil and gas, *Long Range Planning*, Vol. 23 pp. 17-26.
- Stover, J. G. (1973), Suggested improvements to the Delphi/Cross-impact technique, *Futures*, Vol. 5, pp. 308-313.
- Stover, J.G. – Gordon T.J. (1978) Cross Impact Analysis, in: *Handbook of futures research*, (szerk.: Fowles, J – Fowles R..B.), Greenwood Publishing Group
- Street, P. (1997), Scenario workshops: a participatory approach to sustainable urban living, *Futures*, Vol. 29, pp. 139-158.
- Technológiai Előrettekintési Program - Közlekedés, Szállítás Munkacsoport jelentés, (Szerk.: Tánczos Lászlóné), Oktatási Minisztérium – Kutatás-Fejlesztési Helyettes Államtitkárság, Budapest (2000)
- Tóth, L. (2003) A kritikai jövőkutatás és a forgatókönyvírás továbbfejlesztése, BKÁE, Jövőkutatási Kutatóközpont
- Turoff, M. (1970), The design of Policy Delphi, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 2, pp. 149-171.
- Turoff, M. (1972), An alternative approach to cross impact analysis, *Technological Forecasting and Social Change* Vol. 3. pp. 309-339.
- Waissbluth, M. – Gortari, A. (1990), A methodology for science and technology planning based upon economic scenarios and Delphi techniques: the case of Mexican agroindustry, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 37, pp. 383-397.
- Wakeland, W. (1976), QSIM2: A low-budget heuristic approach to modelling and forecasting, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 9, pp. 213-229.
- Webler, T. - Levine, D – Rakel, H. Renn, O. (1991) A novel approach to reducing uncertainty – The Group Delphi, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 29, pp. 253-263.
- Wheatley, M.J. (2001), *Vezetés és a modern természettudomány*, SHL Hungary

Whipple, III. W. (1989), Evaluating alternative strategies using scenarios, Long Range Planning, Vol. 22, pp. 82-86.

Wilson I.H. (1978), Scenarios, Handbook of futures research, szerk.: Fowles, J – Fowles R.B, Greenwood Publishing Group

Wilson III. E.J. (1998), Inventing the global information future, Futures, Vol.30, pp. 23-42.

Wissema, J.G. - Benes, J. (1980), A cross impact case study – the Dutch construction sector, Futures Vol.12, pp. 394-404.

Woudenberg, F. (1991), An evaluation of Delphi, Technological Forecasting and Social Change, Vol. 40, pp. 131-150.

Zentner, R.D. (1982), Scenarios, past, present and future, Long Range Planning, Vol. 15, pp. 12-20.

